ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 15 FÉVRIER 1915.

PRÉSIDENCE DE M. Ed. PERRIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

NAVIGATION. — *Au sujet du transport des mines marines par les courants, sous l'action de la houle.* Note de M. **L.-E. Bertin**.

Les mines automatiques ou torpilles de blocus, qui se sont mouillées en nombre énorme dans les guerres navales modernes, ont présenté une mobilité un peu imprévue, de laquelle ont résulté, surtout pour les bâtiments de commerce, de fréquentes catastrophes. L'origine de cette mobilité est dans l'insuffisance certaine, lorsque la mer est agitée, de l'excès du poids p du crapaud qui sert d'ancrage sur la traction verticale f exercée par l'orin de la torpille.

Les poids, qu'il importe de réduire le plus possible en vue de la facilité et de la promptitude de la manœuvre, ont été déterminés en attribuant, à la poussée hydrostatique de l'eau sur la torpille, sa valeur en eau calme. Or, dans le liquide animé d'un mouvement oscillatoire vertical, la poussée est augmentée au point mort inférieur, en même temps que diminuée au point mort supérieur, de toute la force d'inertie développée dans le mouvement oscillatoire.

Considérons le cas le plus simple, celui d'une houle unique à orbites circulaires. Soient r le rayon des orbites, ε la vitesse angulaire sur les orbites et δ le poids de l'unité de volume du liquide. L'expression de la poussée hydrostatique F par unité de volume, en fonction du temps t, est connue depuis longtemps et elle évoque ici de vieux souvenirs. On la trouve, en effet, à la page 20 des *Notes sur la théorie et l'observation de la houle et du*

roulis [*Congrès des Sociétés savantes* du 1er mai 1870 (1)] :

$$(1) \qquad F = \delta \sqrt{1 + \frac{\varepsilon^4 r^2}{g^2} - 2\frac{\varepsilon^2 r}{g} \cos \varepsilon t.}$$

Le temps t est compté à partir du sommet de l'orbite.

En fonction de la demi-longueur L des vagues, la valeur de F est

$$(2) \qquad F = \delta \sqrt{1 + \left(\frac{\pi r}{L}\right)^2 - 2\frac{\pi r}{L} \cos \sqrt{\frac{\pi g}{L}}\, t.}$$

Si cette formule algébrique, qui représente des fonctions elliptiques, est assez complexe, les calculs numériques auxquels elle donne lieu sont des plus simples, quand on attribue à t les deux valeurs

$$t = 0, \qquad t = \pi,$$

qui correspondent, la première aux sommets des vagues et la seconde aux creux. Ces calculs ont été faits autrefois, non pour déterminer la tenue des torpilles de blocus, mais pour établir l'inexactitude de la théorie du roulis fondée sur l'hypothèse de la houle sinusoïdale. Ils ont conduit au Tableau suivant, donné page 133 des *Données théoriques et expérimentales sur la houle et le roulis :*

Le poids spécifique δ est pris pour unité; F_1 est la poussée hydrostatique dans le creux des vagues, F_2 la poussée au sommet des vagues.

$\frac{r}{L}$.	$F_1 = 1 + \frac{\pi r}{L}$.	$F_2 = 1 - \frac{\pi r}{L}$.
0,05	1,157	0,843
0,10	1,314	0,686
0,15	1,471	0,529

Le rapport 0,05 se rencontre usuellement à la surface de la houle en haute mer, au cours du vent qui produit l'agitation. Le rapport 0,10 a été

(1) Le manuscrit de ces Notes avait été auparavant adressé à l'Académie des Sciences et soumis à une Commission dont M. de Saint-Venant devait être rapporteur.

Un an plus tôt, le texte de la première *Étude*, qui put être imprimé en 1869 à Cherbourg, avait été envoyé à M. Delaunay pour être présenté à l'Académie. La formule (1) est donnée à la page 24 de cette *Étude*.

Enfin la formule (1) et le Tableau numérique des valeurs de F se trouvent dans les *Notes sur la houle et le roulis*, écrites plus tard pour la *Revue maritime*, traduites en anglais par les soins de Sir Edward Reed, *Notes on waves and rolling*, publiées dans le *Naval Science*.

également observé en haute mer, sur des houles plus courtes que les précédentes. Le rapport 0,15 se rencontre dans les mers peu profondes, où l'influence de fond se fait sentir sur le profil de la houle; il s'applique particulièrement au cas des mines marines.

La valeur de F_1 dans le Tableau représente bien la poussée de l'eau sur le flotteur contenant l'explosif, parce que ce flotteur, dans une houle un peu forte, affleure de très près la surface au moment du passage des creux. Nous attribuerons donc à F_1 les trois valeurs 1,15 — 1,30 — 1,50, pour prendre des nombres ronds.

Considérons maintenant une mine déplaçant, par exemple, 400^{kg} d'eau en mer calme et pesant 300^{kg}, avec sa charge de 70^{kg} d'explosif. La tension f de l'orin est de 100^{kg}. A supposer que le poids p du crapaud soit de 150^{kg}, la pression sur le fond de la mer, en vertu de laquelle la mine est maintenue à son poste, sera

$$p - f = 150 - 100 = 50^{kg}.$$

Si la plus faible des trois houles considérées, celle dans laquelle F_1 est égal à 1,15, vient à passer sur cette mine, la tension de l'orin augmente aussitôt dans les creux et devient

$$f = 400 \times 1,15 - 300 = 160^{kg},$$

La pression du crapaud sur le fond devient légèrement négative

$$p - f = 150 - 160 = -10^{kg},$$

c'est-à-dire que la torpille soulève le crapaud, au passage des creux, et flotte un instant au gré du courant.

Avec la houle moyenne donnant $F_1 = 1,30$ nous avons de même

$$f = 400 \times 1,30 - 300 = 220^{kg},$$
$$p - f = 150 - 220 = -70^{kg},$$

et la flottabilité est beaucoup plus prononcée.

Enfin la valeur $F_1 = 1,50$ donne

$$f = 400 \times 1,50 - 300 = 300^{kg},$$
$$p - f = 150 - 300 = -150^{kg},$$

La mine flotterait alors librement, crapaud soulevé, pendant une très grande partie du parcours inférieur des orbites liquides, entre les deux valeurs de t, pour lesquelles F_1 est égal à l'unité et qui sont, d'après les

équations (1) et (2), déterminées par la formule [1]

$$(3) \qquad t = \frac{1}{\varepsilon} \arccos \frac{r\varepsilon^2}{2g},$$

ou par la formule équivalente

$$(4) \qquad t = \sqrt{\frac{L}{\pi g}} \arccos \frac{\pi r}{2L} = \frac{T}{\pi} \arccos \frac{\pi r}{2L},$$

T étant la durée de la demi-période de la houle, égale à $\sqrt{\frac{\pi L}{g}}$.

Nous avons laissé de côté, comme négligeable, le cas où, soit dans un clapotis dû au voisinage d'une côte accore, soit par l'effet de toute autre superposition de mouvements ondulatoires, le profil des vagues atteindrait l'acuité de la cycloïde, et où la valeur de F_1 deviendrait ainsi égale à 2, celle de F_2 se réduisant à zéro.

En s'en tenant aux profils de houle à prévoir, les nombres obtenus pour la valeur de $p - f$, dans l'hypothèse où nous nous sommes placés, montrent qu'il faudrait doubler le poids de 150^{kg} attribué au crapaud pour empêcher celui-ci d'être soulevé par l'orin de la torpille.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur les surfaces telles que les lignes de courbure se correspondent sur la surface primitive et sur la surface lieu des centres des sphères osculatrices aux lignes de courbure d'une série de la surface primitive.* Note de M. C. GUICHARD.

I. PROPRIÉTÉS GÉOMÉTRIQUES. — Soit M un point qui décrit une surface cherchée. Le centre de la sphère osculatrice à la première ligne de courbure est le point C. (Les notations sont celles de ma Note du 18 janvier.)

Si la surface (M) possède la propriété indiquée, le réseau (C_1) sera un réseau O. D'après la loi d'orthogonalité des éléments, la congruence RR_1 sera une congruence O. Soit alors I un point de RR_1 qui décrit une surface normale à RR_1. Le premier centre de courbure de la surface (I)

(1) A rapprocher de l'expression des deux valeurs de t correspondant au passage des deux points d'inflexion d'une couche trochoïdale

$$t = \frac{1}{\varepsilon} \arccos \frac{r\varepsilon^2}{g}.$$

est le point R; par conséquent le point M est le centre de la sphère osculatrice à la première ligne de courbure de I; donc :

La surface cherchée est aussi le lieu des centres des sphères osculatrices à une série de lignes de courbure d'une surface.

Il est clair que la réciproque est exacte. Les surfaces (M) et (C_1) ont donc la même propriété. Soit alors M′ le centre de la sphère osculatrice à la première ligne de courbure de C_1; le réseau M′ sera un réseau O. Je désigne par C'_1 le centre de la sphère osculatrice à la première ligne de courbure de M′, le réseau (C'_1) sera aussi un réseau O, etc. On a donc deux séries de surfaces (M), (M′), (M″), ... et (C_1), (C'_1), (C''_1), ... Les surfaces d'une série ont même représentation sphérique de leurs lignes de courbure; donc :

Si l'on connaît une surface satisfaisante (M) *on pourra, en général, en déduire, sans aucune intégration, une série illimitée de surfaces, ayant même représentation sphérique des lignes de courbure que la surface* (M) *et possédant la propriété caractéristique de la surface* (M).

Il peut se faire d'ailleurs que la série ainsi obtenue soit limitée, en ce sens qu'au bout d'un certain nombre d'opérations on retombe sur une surface identique à (M). Il y a là un cas particulier très intéressant sur lequel je reviendrai.

II. Équation du problème. — Je désignerai par

$$\begin{vmatrix} \alpha_1 & \alpha_2 & \alpha_3 \\ \beta_1 & \beta_2 & \beta_3 \\ \gamma_1 & \gamma_2 & \gamma_3 \end{vmatrix}$$

le déterminant orthogonal qui correspond au réseau (M) et par a, b, m, n les rotations correspondantes. Pour trouver l'équation du problème je vais exprimer que la congruence RR_1 est une congruence O. Soient ξ_1, ξ_2, ξ_3; η_1, η_2, η_3 les paramètres normaux des tangentes au réseau R. On aura, en appliquant les formules de la transformation de Laplace,

$$\xi_i = \frac{\partial \beta_i}{\partial u} - \frac{1}{n}\frac{\partial n}{\partial u}\beta_i, \qquad \eta_i = \frac{\beta_i}{n} \qquad (i = 1, 2, 3),$$

on aura

$$\frac{\partial \xi_i}{\partial v} = N\eta_i, \qquad \frac{\partial \eta_i}{\partial u} = M\xi_i,$$

M et N ayant des valeurs qu'il est inutile de calculer.

La congruence RR_1 étant O, l'équation à laquelle satisfont les ξ_i admet une solution ξ telle que

$$\xi_1^2 + \xi_2^2 + \xi_3^2 + \xi^2 = 0, \tag{1}$$

A la fonction ξ correspond une fonction η telle que

$$\frac{\partial \xi}{\partial v} = N\eta, \qquad \frac{\partial \eta}{\partial u} = M\xi.$$

En différentiant l'équation (1) par rapport à v, on a

$$\xi_1\eta_1 + \xi_2\eta_2 + \xi_3\eta_3 + \xi\eta = 0$$

et par conséquent

$$\frac{\partial}{\partial u}(\eta_1^2 + \eta_2^2 + \eta_3^2 + \eta^2) = 0.$$

En choisissant convenablement la variable v, on peut supposer

$$\eta^2 + \eta_2^2 + \eta_3^2 + \eta^2 = 1.$$

Je pose

$$\beta = n\eta;$$

β satisfait à la même équation de Laplace que les β_i et l'on a

$$\beta_1^2 + \beta_2^2 + \beta_3^2 + \beta^2 = n^2$$

ou

$$1 + \beta^2 = n^2,$$

ce qui permet de poser

$$n = \cos\varphi, \qquad \beta = i\sin\varphi. \tag{2}$$

L'équation de Laplace, à laquelle satisfont les γ, admet la solution

$$\gamma = \frac{1}{n}\frac{\partial \beta}{\partial u} = i\frac{\partial \varphi}{\partial u}.$$

Et par conséquent on a

$$m = \frac{1}{\beta}\frac{\partial \gamma}{\partial u} = \frac{1}{\sin\varphi}\frac{\partial^2 \varphi}{\partial u\,\partial v}. \tag{3}$$

D'autre part on a

$$\xi = \frac{\partial \beta}{\partial u} - \frac{1}{n}\frac{\partial n}{\partial u}\beta.$$

En remplaçant β par sa valeur, l'équation (1) donne

$$a^2 + m^2 = \left(\frac{\partial \varphi}{\partial u}\right)^2,$$

ce qui conduit à poser

$$a = \cos\theta \frac{\partial\varphi}{\partial u}, \qquad m = \sin\theta \frac{\partial\varphi}{\partial u}.$$

L'équation (3) donne alors

$$(4) \qquad \frac{\partial^2\varphi}{\partial u\,\partial v} = \sin\theta \sin\varphi \frac{\partial\varphi}{\partial u}.$$

L'équation

$$\frac{\partial a}{\partial v} = bm$$

donne, en tenant compte de l'équation (4),

$$b = -\frac{\partial\theta}{\partial v} + \cos\theta \sin\varphi.$$

Si l'on écrit que

$$\frac{\partial b}{\partial u} = an,$$

on trouve après réduction

$$-\frac{\partial^2\theta}{\partial u\,\partial v} - \sin\theta \sin\varphi \frac{\partial\theta}{\partial u} = 0$$

ou, en tenant compte de l'équation (4),

$$\frac{\dfrac{\partial^2\theta}{\partial u\,\partial v}}{\dfrac{\partial\theta}{\partial u}} + \frac{\dfrac{\partial^2\varphi}{\partial u\,\partial v}}{\dfrac{\partial\varphi}{\partial u}} = 0.$$

En intégrant et en choisissant convenablement la variable u, on aura

$$(5) \qquad \frac{\partial\theta}{\partial u}\frac{\partial\varphi}{\partial u} = 1.$$

En résumé, on déterminera θ et φ par les équations

$$(6) \qquad \frac{\partial\theta}{\partial u}\frac{\partial\varphi}{\partial u} = 1, \qquad \frac{\partial^2\varphi}{\partial u\,\partial v} = \sin\varphi \sin\theta \frac{\partial\varphi}{\partial u}.$$

Les rotations auront les valeurs suivantes :

$$(7) \qquad \begin{cases} a = \cos\theta \dfrac{\partial\varphi}{\partial u}, & m = \sin\theta \dfrac{\partial\varphi}{\partial u}, \\ b = -\dfrac{\partial\theta}{\partial v} + \cos\theta \sin\varphi, & n = \cos\varphi. \end{cases}$$

Dans ces conditions, toutes les relations qui doivent exister entre les rotations sont bien satisfaites.

On trouve facilement, pour les rotations du réseau (C_1),

$$(8)\quad \left\{\begin{array}{ll} |a| = \cos\varphi\dfrac{\partial\theta}{\partial u}, & |m| = \sin\varphi\dfrac{\partial\theta}{\partial u}, \\ |b| = -\dfrac{\partial\varphi}{\partial v} - \cos\varphi\sin\theta, & |n| = -\cos\theta. \end{array}\right.$$

III. Transformations. — Parmi les nombreuses propriétés que possèdent les systèmes étudiés, je signale la suivante : *La congruence* MR *est* 2C. En effet, les paramètres β_1, β_2, β_3 de MR satisfont à l'équation

$$(9)\quad \frac{\partial^2\beta}{\partial u\,\partial v} = \frac{1}{n}\frac{\partial n}{\partial u}\frac{\partial\beta}{\partial u} + mn\beta.$$

Cette équation admet la solution $\beta = \sin\varphi$. Or

$$(10)\quad \left\{\begin{array}{l} \beta_1^2 + \beta_2^2 + \beta_3^2 = 1, \\ \beta_1^2 + \beta_2^2 + \beta_3^2 - \sin^2\varphi = n^2; \end{array}\right.$$

et par conséquent, si ω est une constante,

$$(11)\quad \beta_1^2 + \beta_2^2 + \beta_3^2 - \sin^2\omega\sin^2\varphi = \cos^2\omega + n^2\sin^2\omega.$$

Ce qui montre que la congruence MR est 2C d'une infinité de manières, la coordonnée complémentaire qui rend la congruence 2C étant $i\sin\omega\sin\varphi$. D'après la loi d'orthogonalité des éléments, le réseau décrit par le point C est 2C d'une infinité de manières. Le réseau (C) joue vis-à-vis du réseau (C_1) le même rôle que le réseau (R) vis-à-vis du réseau (M). Le réseau (R) est aussi 2C, il est donc applicable sur une infinité de réseaux (R′) de l'espace à quatre dimensions. Soit (M′) un réseau qui se déduit de (R′) comme (M) se déduit de (R). Le réseau (M′) sera un réseau O comme le réseau (M). Lorsque l'existence de ces réseaux (M′) associés au réseau (M) est établie, on trouve facilement les rotations du déterminant orthogonal qui correspond au réseau (M′). Ces rotations sont

$$(11)\quad \left\{\begin{array}{lll} A = \dfrac{ia}{\sin\omega}, & E = \dfrac{i\cos\omega}{\sin\omega}\dfrac{\partial\varphi}{\partial u}, & M = \dfrac{im}{\sin\omega}, \\ B = b, & F = \cos\omega\sin\varphi, & N = \dfrac{-i}{\sin\omega}\cos\varphi, \end{array}\right.$$

ω étant une constante. Pour obtenir les transformations du réseau (M), il suffit de se reporter à ma théorie générale de la transformation des réseaux O associés.

IV. Remarque. — Toutes les propriétés indiquées ne dépendent que de la direction des éléments. Si donc on remplace le réseau (C_1) par un réseau parallèle, le nouveau réseau obtenu possède la même propriété que le réseau C_1. En particulier, on pourra prendre le réseau parallèle sur une sphère. J'ai donc, en somme, traité le problème suivant :

Trouver les surfaces telles que le lieu des centres des sphères osculatrices à une série de lignes de courbure soit une sphère.

BOTANIQUE. — *La fleur.* Note de M. **Paul Vuillemin**.

La fleur fut l'unique objet de l'attention des premiers botanistes. De nos jours, sa valeur propre est mise en question. Ph. van Tieghem s'excuse de lui consacrer un Chapitre de son Traité : « Son étude, dit-il, aurait pu logiquement être faite, partie avec celle des différenciations de la tige, partie surtout avec celle des feuilles différenciées » ; et ailleurs : « *L'étude de la fleur est essentiellement une analyse de feuilles différenciées.* »

A la fin du XVIIIe siècle, Wolff avait assimilé les appendices floraux à des feuilles dont les caractères subissent une réduction graduelle du sépale au carpelle. Gœthe, au contraire, admit une métamorphose progressive du calice au pistil. Sous de séduisants dehors de simplicité, les théories foliaires, popularisées par le génie de Gœthe, négligent ce qui est essentiel dans la fleur. Ce que Gœthe prenait pour une métamorphose progressive de la feuille est en réalité la subordination croissante du membre considéré comme feuille à un organe d'origine différente.

Turpin s'en aperçut en 1820. Il signale « certains organes surajoutés » à l'appendice staminal. D'autre part, il fait au pistil une ingénieuse application de la théorie de Dupetit-Thouars, qui voit dans la feuille un appendice protecteur des nœuds vitaux, massifs cellulaires d'où naissent les embryons fixes ou libres. Mettant à part la nucelle surajoutée au pistil comme les loges d'anthère à l'étamine, Turpin reconnaît dans le funicule un axe protégé par la feuille ovarienne, dans le raphé, un axe protégé par la feuille ovulaire. Évidemment, le funicule et le raphé ne sont pas des tiges; cela ne les empêche pas d'être homologues des axes.

Les organes confondus sous le nom de *feuilles* ont, suivant Lignier, deux origines : les uns (*phylloïdes*) sont des appendices latéraux primitifs; les autres sont des portions d'axe, séparées au début par dichotomie, devenues progressivement bifaciales et latérales comme les feuilles. Nous nomme-

rons *frondoïdes* les membres d'origine axile susceptibles de prendre des caractères foliacés. Lignier pensait que les phylloïdes n'ont pas évolué et que la feuille proprement dite dérive de ce que nous appelons *frondoïde*. C'est exact pour les Filicinées et les Gymnospermes où la fronde tient lieu de feuille. Mais chez les Angiospermes, les feuilles végétatives dérivent surtout du phylloïde par gamophyllie; le frondoïde garde son importance dans la fleur.

Les funicules avec les placentas sont d'origine frondoïdale; les parois ovariennes sont des phylloïdes avec lesquels les placentas contractent les mêmes connexions que la ligule avec la feuille.

Le grand mérite de Turpin est d'avoir, en dépit du poids écrasant du nom de Gœthe, vu dans la fleur bien autre chose qu'un bouquet de feuilles, sans se laisser duper par la fiction poétique des métamorphoses.

La fleur reflète tous les perfectionnements caractéristiques des groupes qui s'élèvent des Protistes aux Angiospermes. Elle unit la stabilité à la variation, le repos à l'activité, la symétrie géométrique à la fluctuation biologique; elle est le nœud entre le passé et l'avenir, le lien des générations, le point de convergence des périodes de contraction et d'expansion, dont la succession rythmique est la manifestation la plus apparente de la vie. On ne saurait comprendre la fleur, sans remonter aux sources de la vie dont elle est l'organe générateur le plus compliqué, sans embrasser, des plus humbles ébauches de la végétation aux membres les plus différenciés, toutes les étapes du progrès, dont la trace est imprimée dans sa morphologie.

La cytologie établit que toute plante renferme deux unités cellulaires, l'*haplocyte* et le *diplocyte*, sans parler des termes de passage et des modifications accidentelles. Le nombre des chromosomes diffère de l'un à l'autre du simple au double. Chaque type caractérise une période de l'ontogénie (stade haploïde ou haplophase, stade diploïde ou diplophase). La cellule où le nombre des chromosomes passe du simple au double est un *zygote;* celle où le passage inverse s'accomplit est un *zeugite*.

L'histogénie reconnaît dans le corps végétal, ou dans un membre de ce corps, trois degrés de différenciation : 1° le *protophyte*, où les tissus proviennent d'une seule initiale ou d'un groupe homogène d'initiales (thalle); 2° le *mésophyte*, muni de deux sortes d'initiales dont les extérieures forment un épiderme (sporogone d'Hépatiques); 3° le *métaphyte*, dérivé de trois sortes d'initiales; les faisceaux libéro-ligneux sont des produits du groupe interne.

Les formations protophytiques se distinguent en haplothalles et diplothalles, selon que leurs cellules sont haploïdes ou diploïdes. Les cellules diploïdes sont constantes dans les corps mésophytiques et métaphytiques.

La fleur renferme des formations métaphytiques et mésophytiques, des diplothalles et des haplothalles, des zygotes et des zeugites.

De chaque zeugite générateur procède un haplothalle, vestige du thalle primitif, du prothalle avec archégones et anthéridies, de l'endosperme avec corpuscules, réduit aux gamètes, fonctionnels ou non. Deux gamètes de sexes différents, provenant ou non de la même fleur, s'unissent en un zygote homologue de l'œuf. Le zygote n'est ni génératif, ni reproductif. Il inaugure un nouveau stade de la génération commencée au stade haploïde par deux personnes qui seront juxtaposées, mélangées, pendant tout le stade diploïde, pour se combiner dans le zeugite marquant le début d'une nouvelle génération.

Les zeugites, intégrant la fusion des éléments rapprochés dans le zygote, sont nécessairement postérieurs au zygote. Le rapport inverse s'observe dans la fleur, parce que les zeugites, sur lesquels s'implantent les haplothalles mâles et femelles, racines de la génération à laquelle appartient le zygote, terminent eux-mêmes une génération antérieure.

Les cellules mères du pollen et du sac embryonnaire, les zeugites en un mot, font partie de diplothalles homologues des sporanges. Le diplothalle mâle est le *sac pollinique;* par analogie, appelons le diplothalle femelle *sac gynogénique*.

Un corps mésophytique, *loge d'anthère* et *nucelle*, rattache le diplothalle à l'appendice vascularisé. Les mêmes transitions se répètent en sens inverse entre le zygote et le corps vasculaire de la nouvelle plante. Nous retrouvons le diplothalle dans les préembryons et les embryons à leur début, le mésophyte dans l'embryon où la différenciation du dermatogène devance celle du plérome.

Après avoir fait le départ de ce qui, dans la fleur, appartient aux formations thalliques ou mésophytiques, il reste à préciser la valeur des formations métaphytiques assimilées sans discernement à la tige et à la feuille.

Cette assimilation ne soulève pas d'objection en ce qui concerne le périgone et le calice. Les étamines et les carpelles ne deviennent intelligibles que si l'on compare aux Cryptogames leur portion vascularisée aussi bien que leurs formations thalliques.

Les sporanges des Cryptogames vasculaires sont constamment portés

par des frondoïdes ou leurs dérivés. Les phylloïdes n'existent pas ou sont sans rapport avec les frondoïdes sporangifères chez les Filicinées et les Équisétinées; ils sont concrescents avec eux chez les Lycopodinées. Grâce à cette protection d'emprunt, le frondoïde s'y réduit aux sporanges et à un vestige liguliforme, décroissant des *Isoetes* aux *Selaginella* pour disparaître chez les Lycopodes, où le sporange pourrait être pris pour une émergence du phylloïde lui-même. Parmi les Filicinées, les Ophioglossées et les Hydroptéridées ont un frondoïde dédoublé en une lame externe stérile et une lame interne fertile, que nous nommerons respectivement *limboïde* et *liguloïde*.

Dans la fleur, apanage des Angiospermes, le carpelle offre la constitution mixte de la feuille sporangifère des Lycopodinées. Le phylloïde fournit la paroi de l'ovaire et la portion extérieure du style; le frondoïde concrescent fournit le revêtement placentaire et stigmatique, les funicules et les raphés avec les téguments ovulaires. On aperçoit plus ou moins nettement, dans ce frondoïde, le clivage signalé chez les Hydroptéridées; au liguloïde appartient la portion saillante du placenta, déjà rattachée dans certains cas particuliers à la ligule par Ph. van Tieghem; le funicule et le raphé en font aussi partie; le limboïde confondu à la base, d'une part avec le phylloïde ovarien, d'autre part avec le liguloïde placentaire, acquiert une individualisation marquée dans le stigmate et surtout dans les téguments ovulaires.

Le filet de l'étamine, avec le connectif qui le surmonte, est homologue d'un frondoïde sporangifère, sans connexion directe avec les phylloïdes protecteurs.

Certains pétales normaux, issus des mêmes rudiments que les étamines, sont des limboïdes séparés des liguloïdes anthérifères. Le connectif s'individualise parfois en lames pétalaires. La plupart des formes intermédiaires entre le pétale et l'étamine, interprétées abusivement comme exemples de métamorphoses, résultent de la séparation du limboïde et du liguloïde confondus dans le frondoïde staminal.

Si divers pétales dérivent du frondoïde comme l'étamine, il en est d'autres qui résultent d'une simple modification des phylloïdes qui constituent le périgone.

En résumé, la fleur est formée de thalles rattachés par des formations mésophytiques à des appendices homologues de la fronde. Les feuilles proprement dites n'interviennent qu'à titre de protection supplémentaire dans le pistil et le périgone; l'axe floral, portant à la fois des frondes et des feuilles, tient du stipe et de la tige.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Bulletin de la Société de Pathologie exotique; Tome VII. (Présenté par M. A. Laveran.)

M. **Costantino Gorini** adresse des remercîments pour la distinction que l'Académie a accordée à ses travaux.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète* 1913 *f* (*Delavan*), *faites à l'Observatoire de Paris* (*équatorial tour de l'Ouest de* $0^m,305$ *d'ouverture*). Note de M. **B. Jekhowsky**, présentée par M. B. Baillaud.

Dates. 1915.	Étoiles.	Temps sidéral.	☄ — ★. ΔAR.	ΔD.	Nombre de compar.
		h m s	m s	′ ″	
Janv. 8.....	*k*	13.23.11,80	−0.44,62	+3.31,7	6:2
» 8.....	*k*	13.38.11,30	−0.43,86	+3.17,2	3:1
» 11.....	*l*	13.38.12,63	+0.25,08	+1.19,3	6:2
» 11.....	*m*	14. 3.28,80	+0. 5,87	+1.56,1	2:4

Positions moyennes des étoiles de comparaison.

Dates. 1915.	Étoiles.	Gr.	AR moyenne pour 1915,0.	Réduction au jour.	D moyenne pour 1915,0.	Réduction au jour.	Autorités.
			h m s	s	° ′ ″	″	
Janv. 8.....	*k*	6,7	16.56.23,33	−0,49	−13.25.56,8	− 8,2	A.G., 5826 Cambridge U.S.
» 11.....	*l*	9,2	16.59.25,61	−0,42	−14.26.16,9	− 8,3	BD-14°, 4532
» 11.....	*m*	8,3	16.59.46,38	−0,43	−14.27.10,3	− 8,3	A.G., 6103 Washington

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1915.	Temps moyen de Paris.	AR apparente.	Log fact. parallaxe.	D apparente.	Log fact. parall.	Étoiles
	h m s	h m s		° ′ ″		
Janv. 8..	18.12.24,69	16.55.38,22	$\bar{1},5025_n$	−13.22.33,3	0,8587	*k*
» 8..	18.27.21,74	16.55.39,98	$\bar{1},4799_n$	−13.22.47,8	0,8627	*k*
» 11..	18.15.35,33	16.59.50,27	$\bar{1},4884_n$	−14.25. 5,9	0,8438	*l*
» 11..	18.40.47,36	16.59.51,82	$\bar{1},4441_n$	−14.25.22,5	0,8707	*m*

Remarques. — Janvier 8. — La comète est une nébulosité arrondie de 30″ environ, avec un noyau demi-stellaire, dont la partie centrale est assez brillante. Grandeur 7,5 environ. Sans queue. A la fin des observations, le ciel est un peu voilé.

Janvier 11. — La comète a toujours l'aspect d'une nébulosité arrondie avec un noyau demi-stellaire qui ressort assez bien. Grandeur 8.

ARITHMÉTIQUE. — *Sur une propriété des progressions arithmétiques.* Note de M. **Alezais**, transmise par M. Haton de la Goupillière.

Dans deux Notes insérées au Tome 159 des *Comptes rendus*, pages 705 et 761, M. Haton de la Goupillière a étudié une propriété des progressions arithmétiques, dont on dispose les termes en tranches superposées constituant le profil d'un escalier, de telle sorte que la somme des termes de chacune d'elles soit le cube des termes d'une autre progression, dérivée de cette génératrice. Il a montré qu'à un type donné d'escalier, on peut toujours adapter une progression et une seule, réalisant avec lui la condition voulue. Le problème inverse, qui consiste à trouver pour une progression assignée directement un escalier efficace, admet au contraire deux solutions au lieu d'une, mais non plus indistinctement dans tous les cas. Ce n'est plus que pour une catégorie spéciale de progressions : elle en comprend d'ailleurs un nombre infini. M. Haton de la Goupillière n'a considéré que le cas où la raison est un multiple de 4; mais une manière plus générale de rendre rationnel le radical m'a permis de laisser ce nombre simplement pair. L'auteur a fait remarquer que la série des solutions, qui se présente au premier abord comme à triple entrée, doit être abaissée au degré double; un même escalier pouvant se présenter dans le calcul sous une infinité d'aspects différents en apparence. Je me suis attaché à élucider complètement ce point resté à l'état de simple indication et je suis arrivé aux résultats suivants.

On ne peut pas se donner arbitrairement à la fois la raison de la progression et son premier terme. Si l'on se donne seulement la raison r, il n'y a pas d'escalier correspondant si r est un entier impair. Si, au contraire, r est un entier pair, il y a une simple infinité de valeurs correspondantes du premier terme et à chacune d'elles correspondent deux escaliers. Mais cette double infinité de solutions peut se ramener à un nombre fini de groupes naturels. Si l'on appelle *escaliers équivalents* ceux qui se déduisent d'un même *escalier principal* par la seule suppression de quelques-unes de

ses tranches supérieures, on trouve qu'il y a exactement $\frac{r}{2}$ groupes d'escaliers équivalents et que les escaliers principaux de ces groupes ont leur première tranche formée respectivement des 1, 2, ..., $\frac{r}{2}$ premiers termes de la progression.

MÉCANIQUE RATIONNELLE. — *Figures ellipsoïdales d'équilibre d'une masse fluide en rotation quand on tient compte de la pression capillaire.* Note de M. **Globa-Mikhaïlenko**, présentée par M. Appell.

1° Imaginons une masse fluide homogène dont les particules s'attirent suivant la loi de Newton et qui tourne autour d'un axe fixe avec la vitesse angulaire ω. On sait que cette masse peut affecter la figure soit d'un cylindre elliptique, soit d'une ellipsoïde quand on ne tient pas compte de la tension superficielle. L'objet de cette Note est de montrer que si l'on tient compte de la pression capillaire qui est proportionnelle à la courbure moyenne de la surface, les figures ellipsoïdales d'équilibre deviennent impossibles. Nous employons ici les mêmes notations que dans la Note précédente (*Comptes rendus*, t. 159, p. 646).

2° Donnons d'abord une expression commode de la courbure moyenne du cylindre elliptique et de l'ellipsoïde. Pour le cylindre elliptique, cette courbure se réduit à la courbure de l'ellipse de la section droite. En appelant R_1 et R_2 les demi-axes de l'ellipse, on trouve

$$\frac{1}{\rho} = -\frac{1}{(R_1 R_2)^2}\left[\frac{x^2}{R_1^4} + \frac{y^2}{R_2^4}\right]^{-\frac{3}{2}}.$$

Passons à l'ellipsoïde. D'après les formules que M. Darboux a bien voulu m'indiquer, les rayons principaux de courbure de l'ellipsoïde sont

$$\rho = -(R_1 R_2 R_3)^{-1} u^{\frac{3}{2}} v^{\frac{1}{2}}, \qquad \rho' = -(R_1 R_2 R_3)^{-1} u^{\frac{1}{2}} v^{\frac{3}{2}},$$

R_1, R_2, R_3 étant les demi-axes de l'ellipsoïde et u et v les coordonnées elliptiques liées aux coordonnées rectangulaires par les relations

$$u + v = R_1^2 + R_2^2 + R_3^2 - x^2 - y^2 - z^2,$$
$$uv = \frac{R_2^2 R_3^2}{R_1^2} x^2 + \frac{R_1^2 R_3^2}{R_2^2} y^2 + \frac{R_1^2 R_2^2}{R_3^2} z^2.$$

La courbure moyenne s'exprime donc par

$$\frac{1}{\rho}+\frac{1}{\rho'}=-R_1R_2R_3(u+v)(uv)^{-\frac{3}{2}}=-\frac{1}{(R_1R_2R_3)^2}\frac{R_1^2+R_2^2+R_3^2-x^2-y^2-z^2}{\left[\frac{x^2}{R_1^4}+\frac{y^2}{R_2^4}+\frac{z^2}{R_3^4}\right]^{\frac{3}{2}}}.$$

3° On trouve que, en appelant U la fonction des forces, α la pression capillaire, $F(x, y, z)$ l'équation de la surface libre du fluide et $f(x, y, z)$ une fonction convenablement choisie, l'identité suivante

$$U+\alpha=f(x, y, z)F(x, y, z)+\text{const.}$$

doit être vérifiée, si la masse fluide affecte une figure d'équilibre.

Mais, d'après ce qui précède, nous pouvons prendre pour le cylindre elliptique

$$\alpha=k\left[\frac{x^2}{R_1^4}+\frac{y^2}{R_2^4}\right]^{-\frac{3}{2}},$$

et pour l'ellipsoïde

$$\alpha=k_1(R_1^2+R_2^2+R_3^2-x^2-y^2-z^2)\left[\frac{x^2}{R_1^4}+\frac{y^2}{R_2^4}+\frac{z^2}{R_3^4}\right]^{-\frac{3}{2}},$$

k et k_1 étant des constantes.

Par conséquent, si le cylindre elliptique est une figure d'équilibre, en tenant compte de la tension superficielle, on doit avoir identiquement

$$\left(\omega^2-T\frac{S_1}{R_1}\right)x^2+\left(\omega^2-T\frac{S_2}{R_2}\right)y^2+k\left[\frac{x^2}{R_1^4}+\frac{y^2}{R_2^4}\right]^{-\frac{3}{2}}$$
$$=f(x, y)\left[\frac{x^2}{R_1^2}+\frac{y^2}{R_2^2}-1\right]+\text{const.}$$

De même pour l'ellipsoïde

$$\left(\omega^2-T\frac{S_1}{R_1}\right)x^2+\left(\omega^2-T\frac{S_2}{R_2}\right)y^2-T\frac{S_3}{R_3}z^2$$
$$+k_1(R_1^2+R_2^2+R_3^2-x^2-y^2-z^2)\left[\frac{x^2}{R_1^4}+\frac{y^2}{R_2^4}+\frac{z^2}{R_3^4}\right]^{-\frac{3}{2}}$$
$$=f_1(x, y, z)\left[\frac{x^2}{R_1^2}+\frac{y^2}{R_2^2}+\frac{z^2}{R_3^2}-1\right]+\text{const.},$$

T étant le volume de la masse fluide et $f(x, y)$ et $f_1(x, y, z)$ des fonctions convenablement choisies.

On vérifie sans difficulté que ces identités sont impossibles pour k et k_1 différentes de zéro, à moins qu'on ait $R_1=R_2=R_3$, ce qui, pour l'ellip-

soïde, entraîne $\omega = 0$. Par conséquent, la seule figure ellipsoïdale d'équilibre que peut affecter une masse fluide en rotation, si l'on tient compte de la tension superficielle, est le cylindre de révolution, ce qui est évident, car dans ce cas la tension superficielle est constante à la surface.

J'espère pouvoir montrer comment une faible pression capillaire modifie la figure ellipsoïdale.

PHYSIQUE. — *Roue à denture harmonique, application à la construction d'un chronomètre de laboratoire à mouvement uniforme et continu.* Note de M. A. **Guillet**, présentée par M. G. Lippmann.

Dans les horloges et les chronomètres, un organe oscillant subdivise le temps en intervalles égaux, marqués et totalisés sur un cadran par une aiguille recevant des déplacements successifs égaux.

Il serait utile pour beaucoup d'usages de pouvoir disposer d'un chronomètre dont l'aiguille serait animée d'un *mouvement uniforme de rotation*.

C'est un tel appareil que j'ai voulu réaliser.

I. *Théorie.* — On conçoit sans effort qu'un chariot convenablement disposé portant le profil

$$y = a \sin bx \tag{1}$$

sera entraîné d'un mouvement uniforme suivant l'axe des x si ce profil, matérialisé soit par un sillon, soit par une saillie, est commandé par un doigt solidaire de l'organe oscillant animé suivant l'axe des y d'un mouvement harmonique de loi

$$y = a \sin \omega t. \tag{2}$$

La vitesse v de translation du chariot aura alors pour mesure *le produit* X *du pas du profil par la fréquence* ν *de l'organe oscillant.*

On rendra le mouvement permanent en substituant à la translation suivant l'axe des x une rotation autour de l'axe des z, et il suffit pour cela d'enrouler la feuille qui porte le profil sous forme de cylindre d'axe Oz. La vitesse de translation v fera alors place à une vitesse angulaire de rotation ω' telle que

$$\omega' = \frac{X\nu}{U}, \quad \text{ou} \quad \frac{2\pi\nu}{N} \quad \text{ou} \quad \frac{\omega}{N}, \tag{3}$$

U mesurant le rayon du cylindre et N le nombre de pas contenus dans le parallèle du cylindre. Tout se passe comme si l'axe du cylindre était entraîné par un système de deux roues de friction, l'une de rayon Na calée sur l'axe et l'autre de rayon a animée de la vitesse angulaire ω.

Il est évident que tout phénomène de loi $y = f(mt)$ guidant un profil d'équation $y = f(nx)$ animera celui-ci d'un mouvement uniforme suivant Ox, de vitesse $m : n$. Ainsi, un corps très lourd astreint à tomber suivant la verticale Oy, en poussant un équipage à profil parabolique $y = \frac{m}{2}x^2$, obligera cet équipage à se mouvoir suivant Ox avec la vitesse $V = \sqrt{\frac{g}{m}}$.

Mais, par sa périodicité, ses propriétés mécaniques et le grand nombre des systèmes propres à l'engendrer (pendule de gravité, pendule de torsion, diapason, etc.), le mouvement sinusoïdal s'impose.

II. Pour faciliter tout à la fois la construction de l'organe tournant et les réglages, j'ai substitué au cylindre une roue à denture harmonique, de profil

$$Y = A \sin N \frac{s}{r},$$

taillée, au laboratoire, par divers procédés rapides faciles à imaginer.

La pente ε du profil sur le rayon au point (Θ, Y) a pour mesure

$$\tang \varepsilon = \frac{r + a \sin N\Theta}{aN \cos N\Theta}.$$

Aux points où le profil est rencontré par sa base

$$\tang \varepsilon = \pm \frac{r}{aN},$$

la pente correspondra donc à 45° pour $r = aN$.

Il est à remarquer qu'aux points où le profil est rencontré par un même diamètre, les tangentes sont parallèles ou inclinées en sens contraire d'un même angle sur le diamètre selon que le nombre des dents est pair $2k$ ou impair $2k + 1$.

III. *Disposition des organes du chronomètre.* — Ayant fait choix de l'électro-diapason comme oscillateur, j'ai monté la roue harmonique sur pointes, *ou sur coussinets* si l'un des bouts de l'axe doit être libre, et disposé l'équerre qui porte cet équipage de façon que l'axe de rotation de la roue soit dans le prolongement de l'axe de l'une des branches du diapason.

Un bras, fixé en son milieu sur le bout de la branche parallèlement au plan de vibration du diapason, est muni à chacune de ses extrémités d'une petite tige parallèle à l'axe de la roue et réglable en position. On amène ces tiges à prendre contact avec la roue sur la base de la denture et en deux points en opposition de phase. En suivant sur une figure le jeu de cette ancre oscillant harmoniquement sous l'amplitude a, on verra qu'à chaque période T correspond le passage d'une dent et que les pattes de l'ancre, alternativement menante et neutre, touchent constamment le profil. Il n'y a jamais échappement.

La roue conduite par celle des pattes de l'ancre qui s'engage dans la denture prend donc un mouvement uniforme et fait un tour dans le temps $\tau = NT$.

Des masses mobiles le long des branches du diapason, complétées par des masses additionnelles graduées, permettent de faire varier la période T entre des limites déterminées.

On règle optiquement l'amplitude à la valeur qu'elle doit avoir à l'aide d'un rhéostat à gros fil.

En montant la roue à canon sur l'axe d'un moteur approprié, le diapason n'intervient plus que comme organe correcteur.

Le contact d'entretien doit être établi de façon toute spéciale, car il doit pouvoir fonctionner sans variation, et d'une manière ininterrompue, pendant plusieurs jours si la recherche en cours l'exige.

L'expérience a pleinement vérifié les prévisions de la théorie et l'appareil se prête à d'utiles applications comportant de nombreux organes qui seront décrits ailleurs.

PHYSIQUE. — *Le diamètre rectiligne de l'azote*. Note de MM. **E. Mathias, H. Kamerlingh Onnes** et **C.-A. Crommelin**, présentée par M. E. Bouty.

1. Dans trois Notes précédentes (10 juillet et 8 août 1910, 13 janvier 1913), l'importance de l'étude du diamètre des corps gazeux qui se liquéfient à très basse température a été exposée et les densités du liquide et de la vapeur saturée de l'oxygène et de l'argon ont été données, pour le domaine entier des températures entre le point de solidification et le point critique de chaque corps. Il y avait intérêt à pouvoir comparer avec ces corps l'azote, corps simple comme l'argon et l'oxygène et diatomique comme le dernier. La Note présente contient les données nécessaires. La pression et la température critiques avaient été déjà déterminées par des recherches anté-

rieures ([1]) au Laboratoire de Leyde, où nous avons fait aussi les mesures contenues dans la Note précédente.

Les observations aux températures les plus élevées sont trop près de la température critique pour que nous puissions les accepter comme définitives. Il nous semble désirable de répéter ces déterminations avec un appareil construit spécialement pour la région critique.

Si l'on exclut les trois degrés immédiatement au-dessous de la température critique, les déviations du diamètre de l'azote par rapport à la ligne droite sont assez petites pour ranger ce corps parmi ceux qui obéissent à la loi du diamètre rectiligne. D'un autre côté, ces déviations sont assez sensibles et assez systématiques pour en conclure que le diamètre de l'azote, comme celui de l'oxygène et de l'argon, montre nettement une courbure convexe vers l'axe des températures aux basses températures. De plus, si l'on porte la courbe réduite des densités du liquide et de la vapeur saturée et le diamètre réduit de l'azote (à l'exclusion toujours de la partie voisine du point critique dont nous venons de parler) sur le diagramme dans lequel nous avons réuni (voir notre Note de janvier 1913) ces lignes de l'éther, de l'isopentane, de l'oxygène, du xénon et de l'hélium, la courbe des densités de l'azote se range parmi les autres, en sorte que toutes s'emboîtent dans l'ordre de leurs diamètres.

2. La méthode suivie était en principe la même que pour l'oxygène et l'argon. Quant aux détails, nous renvoyons à nos Mémoires présentés à l'Académie des Sciences d'Amsterdam ([2]). Les expériences étaient faites avec le même azote d'extrême pureté que M. le professeur van Itallie avait eu la bonté de faire préparer pour la détermination des données critiques et des tensions de vapeur dont nous venons de parler.

3. Nous avons trouvé pour les densités δ et δ' du liquide et de la vapeur saturée à la même température θ, et pour l'ordonnée y du diamètre de l'azote, les nombres suivants :

([1]) H. Kamerlingh Onnes, C. Dorsman et G. Holst, *Communications from the physical Laboratory at Leiden*, nº 145, *b* (*Zitting. Versl. Amsterdam Akademie v. Wet.*, décembre 1914).

([2]) Séances de janvier 1911 (oxygène), octobre et novembre 1912 (argon) et décembre 1914 (azote).

Bain.	θ	δ (obs.).	δ′ (obs.).	y (obs.).	y (calc.).	y(obs.) — y(calc.).
O^2 liq......	$-208°,36$	0,8622	0,00089	0,4316	0,4308	+0,0008
O^2 »	$-205,45$	0,8499	0,00136	0,4256	0,4251	+0,0005
O^2 »	$-200,03$	0,8265	0,00278	0,4146	0,4145	+0,0001
O^2 »	$-195,09$	0,8043	0,00490	0,4046	0,4048	−0,0002
O^2 »	$-182,51$	0,7433	9,01558	0,3794	0,3802	−0,0008
CH^4 »	$-173,73$	0,6922	0,02962	0,3609	0,3630	−0,0021
CH^4 »	$-161,20$	0,6071	0,06987	0,3385	0,3385	0,0000
C^2H^4 »	$-153,65$	0,5332	0,1177	0,3255	0,3237	+0,0018
C^2H^4 »	$-149,75$	0,4799	0,1638	0,3219	0,3161	+0,0058
C^2H^4 »	$-148,61$	0,4504	0,1862	0,3183	0,3138	+0,0045
C^2H^4 »	$-148,08$	0,4314	0,2000	0,3157	0,3128	+0,0029

Les valeurs calculées de l'ordonnée du diamètre sont données par la formule

$$y = 0,022904 - 0,0019577\,\theta,$$

qu'on déduit par la méthode des moindres carrés des observations qui ne s'approchent pas plus que de 3° du point critique.

Le coefficient angulaire du diamètre est $\alpha = -0,0019577$.

La formule relative à y donne, avec la température critique $-147°,13$, pour la densité critique $\Delta = 0,31096$.

Le coefficient critique $\frac{R\Theta\Delta}{\pi}$ (R = constante des gaz, Θ = température critique absolue, π = pression critique) est 3,421; il est donc presque le même que celui de l'argon (3,424) et de l'oxygène [3,419, si l'on prend pour ce gaz les données critiques déterminées par Kamerlingh Onnes, Dorsman et Holst ([1])]; l'ancien nombre 3,346, déduit dans la Note du 8 août 1910 du diamètre de l'oxygène déterminé par Mathias et Kamerling Onnes, résultait des données critiques anciennes d'Olszewski.

Les densités du liquide aux basses températures (— 200° jusqu'à — 102°) s'accordent à 1 pour 100 près environ avec les déterminations de Baly et Donnan ([2]).

([1]) *Loc. cit.*

([2]) E.-C.-C. BALY et F.-G. DONNAN, *Journ. of the chem. Soc. Trans.*, t. 81, 1902, p. 907.

PHYSIQUE. — *Déformation du caoutchouc vulcanisé sous l'action d'un champ électrostatique.* Note de M. **L. Bouchet**, présentée par M. E. Bouty.

On sait depuis Fontana [1] que le volume intérieur d'une bouteille de Leyde augmente pendant la charge. Si la bouteille contient de l'eau faisant office d'armature intérieure, le niveau du liquide baisse dans le vase. Bien plus tard, Korteweg et Julius [2], opérant sur le caoutchouc, ont vérifié très grossièrement que les déformations sont proportionnelles aux carrés des champs. Notre travail est une étude plus approfondie des déformations du caoutchouc soumis à l'action d'un champ électrostatique. Nous y tenons compte des anomalies élastiques signalées dans une de nos précédentes Notes [3] et nous montrons qu'à ces anomalies viennent se superposer d'autres résidus d'origine électrique.

Dispositif et mesures. — Notre dispositif est, dans tous ses détails, celui que nous avons décrit dans notre Note relative aux déformations mécaniques. Le même manchon élastique, ayant déjà servi à nos expériences sur les résidus d'élasticité, a été soumis sur ses deux parois à des actions électrostatiques qui, en le déformant, produisaient une variation de volume intérieur. Dans l'ensemble, l'appareil n'est autre qu'une bouteille de Leyde à armatures liquides. L'eau du manchon pénétrait dans un tube capillaire et l'observation du ménisque au moyen du microscope permettait d'évaluer les variations de volume intérieur du manchon.

La charge était fournie par une dynamo à haute tension, à excitation séparée et à marche très régulière. Cette dynamo donnait, pour une valeur convenable de l'excitation, une tension constante mesurée à l'aide d'un électromètre absolu. Les tensions utilisées furent

$$550^{\text{volts}};\quad 1260^{\text{volts}};\quad 1800^{\text{volts}};\quad 2520^{\text{volts}}.$$

La position du ménisque fut notée à intervalles réguliers pendant 2 minutes après la charge. Pendant cette période, le liquide baisse d'abord rapidement, puis de plus en plus lentement, en s'acheminant vers un état stable.

Résultats. — Deux minutes après l'excitation du champ, la déformation cesse de croître d'une façon appréciable. Nous avons déjà observé que sous l'action d'une pression mécanique constante, du même ordre de grandeur

---

(1) Volta, dans une lettre inédite au professeur Landriani, a relaté cette expérience en 1831.

(2) *Annalen der Physik*, t. XII, 1881, p. 647.

(3) *Comptes rendus*, 25 mai 1914.

que les pressions électrostatiques exercées dans nos expériences, le même manchon de caoutchouc mettait environ 20 secondes avant d'atteindre sa limite de déformation; cette limite est reculée lorsqu'il s'agit d'actions électriques. On doit en conclure que, jusqu'à la vingtième seconde, les résidus élastiques mis en jeu par l'action brusque du champ se superposent d'une manière très appréciable aux résidus électriques provenant des anomalies de ce même champ; tandis qu'à partir de la vingtième seconde, on peut attribuer approximativement les déformations résiduelles aux anomalies électriques seules.

De nos observations, il résulte que les déformations sont plus grandes que celles déduites des données mécaniques et électriques de notre échantillon de caoutchouc. En effet, nos mesures nous ont donné :

$\frac{1}{E}$, inverse du modèle de Yung	$3,1 \times 10^{-8}$
σ, coefficient de Poisson	0,5
k, constante diélectrique	2,6
Rayon intérieur du manchon	$1^{cm},426$
Rayon extérieur du manchon	$1^{cm},535$
Longueur armée	32^{cm}

Nous avons obtenu pour Δl, dépression de l'eau dans le capillaire, pour une tension de 1260 volts et, eu égard à la diminution de pression hydrostatique provenant de la dénivellation,

$$\Delta l = 0^{mm},174.$$

Or, l'expérience indique qu'à la cinquième seconde cette dénivellation est de $0^{mm},198$ et, à la cent-vingtième seconde, $0^{mm},262$. Les valeurs observées sont donc bien supérieures à la valeur calculée.

On a toujours invoqué l'échauffement comme cause possible de cet écart, échauffement dû à l'effet Joule pendant la charge; en calculant en effet, d'après des mesures accessoires, nous avons trouvé $3,4 \times 10^{-4}$ degré comme élévation de température pour 2500 volts et pour une durée de charge de 120 secondes; ce qui est négligeable.

Wulner et Wien [1], dans leurs expériences sur le verre, ont expliqué les divergences entre le calcul et leurs observations par une diminution de la constante diélectrique corrélative de la déformation. Cette idée ne s'impose pas, vu que l'induction au travers d'une lame de caoutchouc aug-

---

[1] WULNER et WIEN, *Annalen der Physik*, t. XII, 1902.

mente avec le temps, même si la matière ne subit aucune déformation et qu'il en est de même pour le verre. Il est plus simple d'admettre que la déformation totale est due à l'*induction électrostatique* proportionnelle à chaque instant à une *constante diélectrique apparente*.

Nous avons mesuré ces constantes apparentes, à divers intervalles, par la méthode classique consistant à équilibrer les charges supplémentaires par des charges induites, au moyen d'un condensateur plan à air, dont une armature était commandée par une vis micrométrique.

Nous avons constaté, après M. Malclès (¹), que ces constantes apparentes tendent vers une limite voisine de 4. A l'aide de ces constantes, nous avons calculé les déformations par les équations ordinaires du champ et établi une concordance satisfaisante entre les dénivellations calculées et observées.

Dans le Tableau ci-dessous, sont groupés nos résultats :

Temps.	Constantes apparentes.	Dénivellations calculées.	Dénivellations observées.	Différence en pour 100.
s		mm	mm	
5.......	»	»	0,198	»
15.......	3,7	0,247	0,230	7,7
30.......	3,85	0,257	0,240	7
45.......	3,98	0,262	0,246	6,1
90.......	4,02	0,269	0,258	4,2
120.......	4,035	0,269	0,262	3,6
150.......	4,05	»	»	»
200.......	4,05?	»	»	»

Comme on le voit, les dénivellations observées sont toujours inférieures aux dénivellations calculées; ceci s'explique par ce fait que la déformation est toujours en retard sur la cause qui la détermine; mais, vers la 120ᵉ seconde, époque à laquelle on peut considérer la charge comme achevée, l'écart entre l'observation et le calcul est de l'ordre de grandeur des erreurs d'expériences.

En définitive, et sans autre hypothèse, les pressions électrostatiques variables suffisent à rendre compte des faits observés.

(¹) *Comptes rendus*, 23 mai 1910.

OPTIQUE. — *Mesures interférentielles de longueurs d'onde dans la partie ultraviolette du spectre du fer.* Note de M. **Keivin Burns**, présentée par M. Villard.

Les mesures dont je donne les résultats ont été entreprises en vue de prolonger la série des lignes étalons destinées aux déterminations spectroscopiques de précision. Dans toute la partie visible et le commencement de l'ultraviolet, des raies, mesurées par plusieurs observateurs, donnent des repères parfaitement connus; dans l'ultraviolet, au delà de 3370, il n'existe qu'une seule série de mesures (¹), et de nouvelles déterminations étaient utiles. De plus, la pratique a montré qu'il était désirable d'accroître le nombre des lignes étalons. Les mesures par interpolation sont, en effet, d'autant plus faciles et plus précises que les raies déjà connues sont plus serrées.

Mes mesures de raies de l'arc au fer entre 2851 et 3701 ont été faites par interférence, en employant un étalon en invar de $3^{mm},75$, à lames de quartz recouvertes d'une couche de nickel par projection cathodique. Pour séparer les interférences dues aux diverses raies, il fallait, dans cette région où les lignes du fer sont très nombreuses, employer un spectroscope assez dispersif et dépourvu d'astigmatisme. L'appareil utilisé était un spectroscope à réseau concave, disposé selon le montage sans astigmatisme (²). Les comparaisons ont été faites directement avec la raie rouge du cadmium, dont les anneaux d'interférence étaient photographiés avant et après les poses relatives au spectre du fer.

Les clichés photographiques ont été obtenus en mai 1913 à la Faculté des Sciences de Marseille; les mesures et les calculs ont été effectués au Bureau of Standards de Washington. Les corrections de changement de phase, déjà mesurées en 1906 sur les mêmes plaques par MM. Buisson et Fabry, ont été déterminées de nouveau à Washington.

La Table suivante donne les longueurs d'onde dans l'air à 15° et 76^{cm} rapportées, pour la raie rouge du cadmium, à la valeur 6438,4696.

(¹) Buisson et Fabry, *Journal de Physique*, mars 1908.

(²) Fabry et Buisson, *Journal de Physique*, décembre 1910.

Quelques raies, indiquées dans la Table, sont dues à des impuretés (nickel ou chrome) :

2851,802	3191,664	3383,988	3541,089
2899,422	3199,527	3392,659	3542,080
2918,031	3200,478	3394,588	3545,643
2941,348	3205,401	3396,981	3554,928
2959,998	3215,944	3399,339	3556,878
2987,298	3217,385	3401,523	3558,519
2990,397	3222,072	3402,262	3571,999
2999,518	3225,792	3407,464	Cr... 3578,689
3003,036	3230,972	3413,136	3589,108
3011,487	3233,056	3415,540	Cr... 3593,488
3017,634	3236,227	3417,844	3594,632
3018,989	3239,440	3418,513	3603,207
3024,038	3244,189	3424,289	3606,682
3030,156	3254,367	3427,122	3610,159
3040,435	3257,598	3428,197	3612,081
3045,086	3265,622	3443,882	3617,789
3055,268	3271,005	3445,152	3621,462
3068,180	3280,264	3447,282	3622,004
3075,726	3284,593	3450,332	3623,188
3083,747	3286,760	3458,306	3625,150
3091,582	3290,992	3459,916	3638,298
3098,194	3298,136	3468,850	3640,392
3116,638	3305,977	3476,707	3645,826
3125,665	3306,358	3485,343	3651,469
3129,340	3314,746	3495,292	3659,520
Ni... 3134,115	3323,741	3497,111	3676,312
3151,349	3328,870	3497,847	3683,057
3157,043	3337,670	3506,500	3684,112
3160,660	3347,930	3513,822	3689,457
3175,450	3355,232	3521,266	3695,054
3178,014	Ni... 3369,553	3527,796	3701,082
3180,229	3370,787	3529,819	
3184,900	3380,115	3536,558	

Une vingtaine de ces raies ont été antérieurement mesurées par interférences; l'accord entre ces anciennes mesures et les miennes est très satisfaisant.

GÉOLOGIE. — *Esquisse préliminaire de la géologie de la Côte d'Ivoire.* Note de M. **Henry Hubert.**

Au cours d'une récente mission en Côte d'Ivoire, j'ai pu, avec l'aide d'un préparateur indigène, lever 4000^{km} d'itinéraires géologiques nouveaux, lesquels, venant s'ajouter au 1100 levés précédemment, m'ont permis d'établir une carte géologique au $\frac{1}{1000000}$, dans laquelle les lacunes matérielles, relativement peu importantes, ont pu être en partie comblées par renseignements. J'indiquerai ici très brièvement les principaux résultats obtenus. Les formations observées se répartissent en trois séries.

I. *Schistes cristallins et types éruptifs associés.* — Ces formations sont de beaucoup les plus répandues. Les *orthogneiss* dominent partout largement, sauf dans la partie située à la fois à l'est du Nzi et au sud du 8e parallèle, où ils ne forment que des îlots ou des affleurements limités (entre Zaranou et Assikasso, près d'Alépé, de Byanouan et dans le Sanwi). Les *paragneiss*, étroitement associés aux orthogneiss, mais beaucoup moins répandus, ont été surtout rencontrés vers Bettié. Les *micaschistes*, très rares, ne sont connus qu'en dehors de mes itinéraires (région de Mé et de Grabo).

Les roches de cette série sont fréquemment traversées de filons et de massifs *granitiques*. Parmi ces derniers, le plus important est celui des Dans, constitué en partie par des types à pyroxène et déjà signalé par MM. A. Lacroix et A. Chevalier [1].

II. *Roches sédimentaires métamorphisées et types éruptifs associés.* — Les *schistes micacés*, dont les plans de schistosité sont souvent redressés jusqu'à la verticale, sont les termes les plus anciens de cette série. Leurs plissements, très généralement concordants avec ceux des gneiss, sont orientés NS au nord du 8e parallèle et deviennent progressivement ENE-WSW dans le sud. Cette orientation est également celle des quatre grandes zones ou bandes schisteuses rencontrées : la première occupant presque tout l'est de la colonie à partir du Nzi et au sud du 8e parallèle et se prolongeant au sud jusqu'au pays Dida par Tiassalé, au nord jusqu'au Lobi par Gorowy et étant la continuation vers le sud de la zone schisteuse de l'Yatenga et du

---

(1) A. Lacroix, *Comptes rendus*, t. 150, 1910, p. 18. — A. Chevalier, *La Géographie*, t. XX, p. 210.

Kippirsi (longueur totale supérieure à 1000^{km}); la seconde s'étendant entre Kouadiocoffi et N'Zégo (120^{km}); la troisième irrégulière, suivant le Bandama entre Marabadiassa et le pays de N'Goïs (150^{km}); la quatrième, pour laquelle mes observations ont été largement complétées par celles de l'administrateur des Colonies Ripert, étant le prolongement de la région schisteuse de Bananso (Haut-Sénégal et Niger) sur Siempurgo, Boro et Vaou (longueur totale supérieure à 400^{km}), prolongement sur lequel vient se raccorder une bande curviligne de 120^{km} se dirigeant sur Buonsira et Siouvassou.

Ces zones schisteuses, auxquelles il faut ajouter de nombreuses autres bandes très limitées, sont surtout traversées par des *diabases*, qui forment notamment les vastes coulées d'Ouossou et de Kossindawa (1). Ces roches, très abondantes et parfois transformées en schistes amphiboliques, sont souvent accompagnées, comme au Soudan, de types microlitiques (2) (andésites, microgranites, etc.); en outre, à la périphérie des zones schisteuses où elles sont abondantes, les gneiss normaux sont presque toujours remplacés par des gneiss amphiboliques. Il convient de signaler encore que l'or, très répandu dans la colonie, est toujours localisé dans les schistes micacés, dans les conditions indiquées précédemment (3), et que, par suite, la relation déjà signalée entre le modelé et la présence du métal précieux s'est toujours trouvée confirmée : elle a d'ailleurs permis de reconnaître de nouveaux gîtes dans les régions non encore prospectées.

Les *quartzites à magnétite*, postérieurs aux schistes micacés, sont très abondants à l'ouest de la colonie, à partir de Duékué. Ils sont simplement ondulés, avec plissottements énergiques. Ils sont aussi en relation avec des roches basiques (Logoualé).

Les *brèches métamorphisées* (gros éléments anguleux — de quartz et de diabase surtout — dans un ciment de quartzite) sont également postérieures aux schistes micacés. Elles forment de petites hauteurs entre Assikasso et Bondoukou.

III. *Éocène et actuel.* — Une immense lacune sépare les formations dont il vient d'être question (antérieures aux grès siliceux du Soudan) de celles qui bordent la côte à l'est de Fresco. Celles-ci sont caractérisées : 1° par

---

(1) *Comptes rendus*, t. 159, 1914, p. 1007.
(2) *Comptes rendus*, t. 152, 1911, p. 1606.
(3) *Comptes rendus*, t. 154, 1912, p. 1178.

des calcaires identiques à ceux du bas Dahomey (éocènes?) associés à des grès ferrugineux (ces formations sont bitumineuses à Eboïnda); 2° par le cordon littoral (actuel) isolant un important système lagunaire.

Parmi les formations actuelles, il convient de citer la latérite, très abondante dans certaines régions.

L'influence de la grande forêt se traduit notamment: 1° par l'exagération de la décomposition latéritique, l'action de la végétation étant ici beaucoup plus considérable qu'en Guinée (1); 2° par l'obstacle opposé à l'individualisation de la cuirasse ferrugineuse, qui commence seulement à apparaître dans les premières clairières voisines des régions soudanaises (2); 3° par l'obstacle opposé à l'abrasion sous l'influence du ruissellement en nappe, qui est le procédé d'érosion le plus général dans les pays de savane; il en résulte que le modelé qui s'acquiert, surtout alors par des tassements progressifs, est par suite beaucoup plus doux: la différence est d'ailleurs typique pour les régions dont une partie seulement est recouverte par la forêt.

SISMOLOGIE. — *Sur le tremblement de terre d'Italie du* 13 *janvier* 1915. Note de M. **B. Galitzine**, présentée par M. Bigourdan.

Le grand tremblement de terre du 13 janvier dernier, qui a commis des dégâts affreux dans l'Italie centrale et emporté un nombre immense de victimes, a été enregistré par tous les sismographes de la station sismique de Pulkovo.

Les instruments les plus sensibles, à savoir les sismographes apériodiques à enregistrement galvanométrique, après avoir donné un tracé extrêmement net de la première phase (entre P et S) sont sortis de l'échelle, et seuls, les instruments les moins sensibles, à enregistrement mécanique et sans leviers amplificateurs, ont donné un tracé pour toute la durée du phénomène.

La phase maxima se caractérise par deux groupes de maxima distincts.

---

(1) A. Lacroix, *Les latérites de la Guinée française*, p. 348.

(2) En dehors de l'insolation, il y a une condition climatérique à envisager relativement à l'individualisation de la cuirasse. C'est ainsi que celle-ci ne paraît pas pouvoir se former dans les grandes savanes de la région méridionale, où l'humidité de l'air et du sol est exceptionnelle.

Ils ont été tous mesurés, et, au moyen de formules bien connues ([1]), on a passé au mouvement vrai du sol.

Le plus grand déplacement total (double amplitude) d'une particule de la surface terrestre a atteint à Pulkovo : 1574^{μ} pour la composante NS et 2030^{μ} pour la composante EW, ce qui donne, pour la résultante du déplacement maxima, 2569^{μ}, quantité énorme pour un sisme éloigné.

Les premiers écarts des points lumineux, au début de la première phase P, ont été particulièrement grands (pour la composante NS 43^{mm}), ce qui a permis de déterminer avec une assez haute précision l'azimut α vers l'épicentre par la méthode que j'ai décrite jadis ([2]).

On a ainsi obtenu

$$\alpha = 37^{\circ}21' \text{ SW},$$

Pour donner une idée de la sensibilité des appareils apériodiques installés à Pulkovo, il suffit de dire que le déplacement total de 2030^{μ}, pour la composante EW cité plus haut, aurait dû occasionner pour le sismographe correspondant un déplacement du point lumineux de plus de $1^{m},50$.

Pour les instants des deux phases préliminaires, on a trouvé, en temps moyen de Greenwich :

$$iP : 6^{h}57^{m}19^{s}, \qquad iS : 7^{h}1^{m}6^{s},$$

ce qui donne pour la distance épicentrale

$$\Delta = 2280^{km}.$$

Avec ces deux données α et Δ, on a pu calculer les coordonnées de l'épicentre.

On a obtenu :

$$\varphi_e = 42^{\circ}\ 0' \text{ N};$$
$$\lambda_e = 13^{\circ}42' \text{ E}.$$

Les télégrammes reçus à Pétrograd ont signalé, comme ayant été les plus éprouvées, les localités d'Avezzano et de Pescina.

Or Avezzano se trouve seulement à 22^{km} et Pescina à 5^{km} de distance de l'épicentre, déterminé au moyen des observations faites à Pulkovo seul. L'accord est donc des plus satisfaisants.

Cet exemple confirme ainsi une fois de plus, ce qui du reste, d'après les

---

([1]) Voir par exemple mes *Leçons de Sismométrie*.

([2]) *Bull. Acad. Sciences*, Pétrograd, 1909, et *Comptes rendus*, t. 150, 1910.

observations de ces dernières années faites aux stations sismiques russes de premier ordre, ne laissait plus aucun doute, qu'en disposant d'appareils apériodiques très sensibles et convenablement adaptés, il est parfaitement possible, quand la première phase est suffisamment nette, de localiser, par la méthode que j'ai décrite (voir *Comptes rendus*, t. 150, 1910), l'épicentre d'un tremblement de terre au moyen d'observations faites à *une station seule*.

Le dépouillement des sismogrammes a donné les valeurs suivantes pour les périodes T_p et les amplitudes (A_N et A_E) du mouvement vrai du sol, pour les différents maxima du premier groupe d'ondes; A_h désigne l'amplitude et α_h l'azimut de la résultante du déplacement vrai du sol :

Maximum.	Moment t (¹).	T_p.	A_N (²).	A_E.	A_h.	α_h.
	h m s	s				
M_1	7.4.17	22,4	−705 µ		1086 µ	50° SE
M_2	19	20,8		+ 826 µ		
M_3	28	20,8	+787		1284	52 NW
M_4	29	18,1		−1015		
M_5	37	19,8	−773		1236	51 SE
M_6	38	16,3		+ 964		

En comparant α_h avec l'azimut α, nous voyons que pour les premiers grands maxima le déplacement d'une particule de la surface terrestre pour les ondes superficielles longues s'effectue presque perpendiculairement à la direction de la propagation de ces ondes.

Ceci confirme le résultat que j'ai obtenu antérieurement en étudiant les sismogrammes de différents autres tremblements de terre (³).

Sur les sismogrammes de Pulkovo, obtenus avec les sismographes apériodiques, on voit nettement se dessiner les maxima des ondes longues, qui sont arrivées à la station d'observation en contournant la Terre, c'est-à-dire en passant par l'antiépicentre.

Les trois premiers maxima M'_1, M'_2 et M'_3 ont été mesurés et mis en parallèle avec les valeurs correspondantes pour les maxima M_1, M_2 et M_3 de la phase principale.

De là on peut déduire, au moyen de formules bien connues (voir mes

(¹) Rapporté au mouvement vrai du sol.

(²) Le signe + désigne un déplacement du sol vers le Nord ou l'Est, le signe — vers le Sud ou l'Ouest.

(³) *Étude comparative du mouvement du sol dans la phase principale d'un tremblement de terre* [*C. R. Comm. sismique permanente* (*russe*), t. VII, Livr. I].

Leçons de Sismométrie), la vitesse moyenne de propagation des ondes sismiques longues V et le coefficient correspondant k d'absorption de l'énergie sismique.

Les calculs ont donné les trois valeurs suivantes pour V et k :

	V.	k.	Période moyenne.
	km : s		s
	3,54	0,00038	24
	3,54	0,00039	22
	3,46	0,00038	22
Moyenne...	3,51	0,00038	23

Lors du grand tremblement de terre de Messine, le 28 décembre 1908, j'avais trouvé [1] par la même méthode :

$$V = 3,53 \text{ km : s},$$
$$k = 0,00027.$$

L'accord entre les valeurs de V est des plus satisfaisants.

Quant au coefficient d'absorption k, il est pour ce tremblement de terre sensiblement plus élevé que pour celui de Messine.

En général, il semble que ce coefficient varie d'un sisme à un autre, et il est encore difficile de préciser avec certitude à quoi tient cette variation.

Pour l'angle d'émergence *vrai* des rayons sismiques longitudinaux, on a trouvé 39°,0.

Quant à l'intensité de ce dernier sisme, elle a été, d'après les observations de Pulkovo, de même ordre que celle du tremblement de terre de Messine.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Perturbations de la déclinaison magnétique à Lyon (Saint-Genis-Laval) pendant le deuxième trimestre de* 1914. Note [2] de M. **Ph. Flajolet**, présentée par M. B. Baillaud.

La répartition des jours du deuxième trimestre de 1914, suivant l'importance des perturbations enregistrées, et pour lesquelles nous adoptons l'échelle du Bureau central météorologique, a été la suivante :

---

(1) *Bull. Acad. Sciences*, Pétrograd, 1909.

(2) Séance du 8 février 1915.

	Avril.	Mai.	Juin.	Total du trimestre.
Jours parfaitement calmes......	4	11	5	20
Perturbations de 1′ à 3′........	17	13	13	43
» de 3′ à 7′........	6	6	5	17
» > 7′............	3	1	3 (¹)	7

Il y a eu une perturbation de 28′ le 6 avril et une de 22′ le 1ᵉʳ juin : ce sont les deux plus fortes.

Par rapport aux résultats du trimestre précédent (²), pour lequel les nombres ci-dessus étaient, respectivement : 8, 45, 25 et 12, on remarque que le nombre des jours calmes est deux fois et demie plus élevé, et que les jours d'amplitude supérieure à 7′ sont de moitié moins nombreux.

Il y a donc encore augmentation notoire des jours calmes par rapport au trimestre précédent, avec diminution sensible dans le nombre des fortes perturbations.

CRYPTOGAMIE. — *Sur une Levure marine.* Note de M. **Henri Coupin**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Les très nombreuses espèces de Levures déjà décrites ont été trouvées exclusivement dans les matières en fermentation, les substances en décomposition, le sol, l'air, l'eau douce; sur les fruits, les feuilles, les pattes des insectes, les sécrétions muqueuses des arbres, etc. Aucune d'elles n'a été signalée dans l'eau de mer (³). Aussi me semble-t-il intéressant de donner quelques détails sur une Levure que j'ai rencontrée dans l'eau de mer contenue entre les valves d'une huître portugaise vivante, et qui, sur boîte de Petri, me donna une colonie incluse dans la gélatine, sphérique, blanchâtre d'environ 1ᵐᵐ de diamètre.

Cette colonie, ensemencée dans de l'eau de mer additionnée de peptone, se développa au bout de quelques jours et donna, dans le liquide, une poudre blanche, très dense qui, sans troubler le milieu et sans faire de voile à la surface, se précipita au fond et sur les parois. Cette poudre était constituée par des cellules de Levures arron-

---

(¹) L'enregistrement n'a pas fonctionné les 27, 28, 29, 30 juin.

(²) *Comptes rendus*, t. 158, 1914, p. 1732.

(³) Sous le nom de *Blastoderma salmicolor*, B. Fischer et C. Brebek (*Zur Morph., Biologie und Syst. der Kahmpilze*, Iéna, 1891) ont décrit une soi-disant Levure trouvée dans le plankton, à 35 lieues au sud des Açores. Mais cet organisme « produit de fins prolongements au sommet desquels se développent des conidies réniformes » et, par suite, n'est certainement pas une Levure.

dies, de 2^{μ} à 3^{μ} de diamètre (rarement, 4^{μ}), bourgeonnant en un point de la surface ou aux deux pôles opposés ou, encore, en plusieurs points. Ces levures-filles bourgeonnaient à leur tour et il en résultait de petites familles d'une dizaine d'éléments, tout au plus, et généralement moins. Ces Levures ne m'ont jamais donné de spores et rentrent dans le genre, provisoire, des *Torula* de Turpin; je proposerais pour elles le nom de *Torula marina*, nov. sp.

Ces *Torula* croissent facilement, quoique lentement, dans de l'eau de mer additionnée de glucose ou rendue solide par de la gélatine ou de la gélose. Sur ces derniers, les « colonies géantes », suivant la terminologie de Lindner, sont de petits dômes aplatis de 1^{mm} à 2^{mm} de diamètre, d'un blanc parfait, opaques, confluents plus ou moins entre eux. En piqûre sur gélatine, il y a de petites colonies sphériques tout le long du canal, mais de plus en plus minuscules à mesure qu'on se rapproche de la pointe.

Mis en liquide sucré et salé, le *Torula marina* se contente d'y croître plus ou moins lentement, mais ne donne ni trouble général, ni voile. Il n'y a pas non plus de fermentation *avec production de bulles de gaz*, qu'on le cultive en anaérobie ou en aérobie, et, à cet égard, s'écarte de la plupart des Levures. Il est cependant possible d'y déceler, fait trop négligé dans l'étude des Levures, des indices très nets de fermentation faible en le cultivant sur de la gélose ou de la gélatine à l'eau de mer, additionnée de divers sucres et teintée par du tournesol bleu. Au bout d'une vingtaine de jours, on constate, par le rougissement du tournesol, qu'il y a eu fermentation modérée avec tous les sucres mis en expérience par moi, à savoir le glucose, le lévulose, le galactose, le saccharose, le lactose et le maltose. J'ai constaté aussi qu'il y avait fermentation, faible également, avec la glycérine et la mannite, mais non avec l'amidon, le glycogène, la dextrine (légères traces) et l'inuline.

Il est à noter que le *Torula marina*, quoique manifestement adapté à l'eau de mer, comme je l'ai indiqué ci-dessus, a peut-être une origine dulcaquicole. On peut en effet le cultiver facilement, quoique encore plus lentement, dans de l'eau douce additionnée de peptone ou de glucose, ou, encore, sur de la gélose ou de la gélatine à l'eau douce : elle croît aussi (et cette fois, d'une manière très luxuriante) sur carotte (glaire blanche uniforme) et sur pomme de terre (colonies blanches plus ou moins confluentes). Mais, dans tous ces milieux, il n'y a pas plus de fermentation tumultueuse qu'en eau de mer.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Remarque sur la nitrification dans les sols tourbeux des environs de Laon.* Note de M. **Coquidé**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Ayant à rechercher les moyens de mettre en valeur agricole les sols tourbeux de Picardie, l'une des questions que j'avais à me poser était celle de la nitrification. On sait en effet que la tourbe contient beaucoup d'azote à l'état organique, il en existe environ 2 pour 100 dans celle de Pierrepont-en-Laonnois sur laquelle j'ai opéré. Cet azote nitrifie-t-il? Dans quelle mesure des engrais azotés salins, des nitrates en particulier, sont-ils vraiment utiles à la végétation?

M. Müntz a montré que la tourbe pouvait servir de support à d'actives nitrières; mais, dans ce cas, elle agit grâce à son rôle physique, en absorbant, en retenant les matières : 1° volatiles, comme l'ammoniaque, qu'on lui incorpore, ou bien 2° très solubles comme les nitrates.

Dans plusieurs fabriques d'engrais, à Chauny notamment, on mêle de la tourbe aux matières salines et fertilisantes; mais elle ne joue guère qu'un rôle d'absorbant; elle apporte en outre un peu de calcaire, elle en contient de 5 à 7 pour 100 de son poids sec, comme j'ai pu le constater, car elle provient des marais de la Souche, c'est-à-dire de la région où j'ai réalisé les expériences dont je vais parler.

Enfin M. Crochetelle, dans le *Bulletin de la Station agronomique de la Somme* (1912-1913), dit avoir obtenu de légères nitrifications artificielles de l'azote de la tourbe des environs d'Amiens analogue à celle de Pierrepont.

J'ai tenu à opérer dans des conditions naturelles. J'ai choisi un terrain absolument inculte et je ne l'ai modifié qu'en y mettant des engrais en couverture; les facteurs physiques ou mécaniques, consistance, aération, eau, etc. n'ayant pas été modifiés, la présence ou l'absence de nitrates pourra donc se manifester par des effets bien nets. Le terrain dont je disposais est en bordure du canal de la Souche, canal dit *de desséchement*, dont l'eau est, en réalité, sensiblement au même niveau que la plupart des terrains qu'il traverse. Ce terrain, élastique, un peu humide dans l'ensemble, présentant parfois de petites buttes où la tourbe est sèche, émiettée ou même pulvérulente, est presque partout extrêmement compact et n'est guère aéré, il se rapproche à ce point de vue des sols pélitiques, définis par Thurmann.

Comme végétation naturelle, une grande abondance de Carex (*C. acuta*, *C. cæspitosa*, *C. disticha*, *C. panicea*, *C. paniculata*, *C. stricta*, etc.) et de

Joncs (*Juncus obtusiflorus*, *J. conglomeratus*, *J. effusus*, etc.) et toute la flore habituelle des terrains humides, accompagnée de plantes qui recherchent moins l'humidité.

Cette végétation spontanée a été incendiée par temps sec au cours de l'hiver 1913-1914.

Dans la deuxième quinzaine de février, à l'approche du printemps, le terrain a été divisé en parcelles qui ont reçu chacune les engrais suivants : chlorure de potassium (200^{kg} à l'hectare), kaïnite (300^{kg}), nitrate de soude (300^{kg}), scories de déphosphoration (3000^{kg}), ces engrais étant isolés, groupés par deux ou par trois.

Voici les résultats que j'ai obtenus le 22 juillet :

1° Par comparaison avec les parcelles témoins, tous les engrais, même isolés, ont influé sur la végétation. Les caractères présentés par la majorité des végétaux sont les suivants : les engrais potassiques ont eu surtout pour effet de retarder la végétation; beaucoup de plantes venues dans les parcelles qui en ont reçu présentaient des feuilles plus larges que celles des autres parcelles. Les scories ont paru atteindre particulièrement les *Carex*, avancer l'ensemble de la végétation et donner plus de rigidité aux plantes qui étaient couchées les unes sur les autres partout où cet engrais faisait défaut; de bonnes espèces de prairies, rares ailleurs, ont pris de l'extension dans ces parcelles ayant reçu des scories : *Avena elatior*, *A. pubescens*, *A. flavescens*, *Holcus mollis*, *Dactylis glomerata*, *Alopecurus pratensis*, *Phleum pratense*, *Poa pratensis*, associés à *Lathyrus pratensis* et à *Lotus uliginosus* (var. *L. glaber* Coss. et Germ.), etc. Les nitrates enfin ont favorisé la croissance, la taille des végétaux et donné aux parties foliacées une teinte d'un vert sombre.

2° Ainsi qu'on pouvait s'y attendre, les meilleurs résultats ont été obtenus là où il y a eu le mélange des trois catégories d'engrais; mais, partout où manquait le nitrate, les plantes n'avaient pas un aspect satisfaisant; elles étaient tardives ou précoces, droites ou couchées, d'un vert clair ou pâle, pas très fournies en fleurs; certaines s'abritaient sous des herbes plus hautes, sous les *Carex;* les feuilles composées pennées avaient peu de folioles (*Spiræa*, etc.).

Donc chaque engrais a manifesté isolément son action et en particulier le nitrate; même dans les mélanges d'où les nitrates sont exclus, la végétation est nettement inférieure à ce qu'elle est là où ils existent. Le nitrate a donc joué un rôle très important, puisque l'association des deux autres

catégories n'amène que des résultats incomplets. Avec les trois sortes d'engrais, on a abondance de bonnes espèces et en particulier le *Lotus uliginosus*, très développé et dont les racines présentent des tubercules du reste petits. Notons qu'aucune graine n'a été semée et concluons que, si le nitrate a si nettement manifesté ses effets, c'est donc que les plantes n'en trouvent pas ou guère dans le sol vierge. Il n'y a donc pas de nitrification ou alors celle-ci est peu active. Maintenant, quelles sont les conditions qui déterminent ce résultat? C'est là une autre question que je me propose de reprendre dès qu'il sera possible. En tous cas, les nitrates ayant agi aussi manifestement, il ne semble pas qu'il y ait eu dénitrification.

ÉLECTRICITÉ MÉDICALE. — *La mobilisation dans les tissus des projectiles magnétiques, par des séances répétées d'électromagnétisme.* Note [1] de M. J. **Bergonié**, présentée par M. d'Arsonval.

Malgré les publications déjà parues, il semble qu'il reste encore beaucoup à faire pour utiliser rationnellement l'électro-aimant en chirurgie de guerre. Les essais faits dans un hôpital de l'armée, depuis tout à fait le début des hostilités, m'a conduit aux conclusions suivantes :

Tout d'abord, il est nécessaire d'avoir un électro-aimant aussi puissant que possible, le poids de l'électro ne devant jamais être un obstacle. Plusieurs modèles ont été essayés. Le dernier, du poids de 40^{kg}, construit par la Maison Gaiffe, possède une âme magnétique en acier spécial, de 60^{mm} de diamètre et une bobine magnétisante rapprochée de l'extrémité utile, absorbant 3,5 ampères sur 110 volts. Les mesures qui ont pu être faites à l'hôpital pour évaluer pratiquement sa force attractive ont été faites avec un fragment d'obus de 10^{g}, de forme à peu près cubique, reposant sur l'une de ses faces. Ce fragment était attiré par l'électro, sur une lame de verre bien horizontale et parallèlement à son plan, à une distance de 10^{cm}.

Avec cet appareil, de nombreux essais ont été faits. Je citerai seulement les suivants, qui sont les plus convaincants :

Cas I. — Le capitaine L., du 109e, reçoit, le 9 septembre, un éclat d'obus. Le projectile se loge très profondément, au voisinage des vaisseaux cruraux. La plaie se ferme, sans qu'on ait cherché à faire l'extraction, dans un hôpital insuffisamment

(1) Séance du 8 février 1915.

outillé, tant au point de vue radiographique qu'au point de vue chirurgical. Entré à l'hôpital n° 4, à Bordeaux, on localise le projectile par la radiographie, mais à cause de sa situation dangereuse pour l'extraction chirurgicale, on essaie de l'attirer à la peau au moyen de l'électro-aimant. Un premier essai ne donne aucun résultat, aucun gonflement de la surface cutanée, aucune sensation interne de piqûre ou de pression. On recommence le lendemain, sans résultat plus favorable, et sans se décourager pendant 3 jours, faisant durer les séances 10 à 15 minutes, avec fermeture et ouverture du circuit magnétisant. A la cinquième séance, on commence à apercevoir un très léger gonflement des tissus. A la sixième séance, le gonflement, au moment où l'on rétablit le courant dans l'électro, est visible par tous les assistants. A partir de ce moment-là, plus on répète les attractions successives avec rupture du courant, plus la perception du corps étranger devient nette. A chaque séance, il y a un gain notable dans les mouvements constatés du projectile vérifié par la radiographie (dont ci-joint une épreuve). Au bout de huit séances, la tuméfaction passagère de la peau, provoquée par l'attraction magnétique, avait $1^{cm},5$ de hauteur, au minimum, et s'étendait sous la forme d'un ellipsoïde de 10^{cm} de longueur sur 5^{cm} ou 6^{cm} suivant le petit axe. Arrivé à ce résultat, on nota, avec un crayon dermographique fin, le point de saillie maxima et les deux axes de l'ellipsoïde et, avec une incision de 4^{cm} de longueur conduisant sur les fibres musculaires du vaste interne, à $2^{cm},5$ de profondeur environ, on tomba immédiatement sur le corps étranger, qui fut immédiatement enlevé à la pince.

Cas II. — La seconde observation a trait au sergent Y. ayant reçu, au-dessus du coude, un projectile de forme très compliquée, décelé par la radiographie. Malgré un repérage précis sur le bras un peu œdématié, le chirurgien ne put arriver à trouver le projectile et l'incision fut refermée. Alors on procéda avec le sergent Y. comme on l'avait fait avec le capitaine L. Les premières séances d'électromagnétisme ne donnèrent pas de résultats sensibles, mais peu à peu la tuméfaction formée par la poussée du corps magnétique attiré devint manifeste, s'augmenta progressivement, de manière qu'à la dix-huitième séance la saillie était celle représentée par la radiographie ; un bon centimètre au moins, avec une tuméfaction en forme de segment de sphère, comme pour le cas précédent. Le point optimum fut recherché avec une pièce polaire à pointe aiguë, marqué sur la peau, et une incision très petite à la cocaïne permit d'extraire une chemise de balle allemande, dont on peut voir la forme compliquée sur la radiographie jointe.

Cas III. — Dans un troisième cas, il s'agit du soldat colonial L., blessé le 22 août. Diagnostic : fracture de l'extrémité inférieure de l'humérus avec éclats métalliques, dont le plus volumineux, localisé par la radiographie, est assez profond. Essais d'extraction dès le 31 décembre, qui ne donnent d'abord aucun résultat. La radioscopie ne permet de voir aucun déplacement du corps étranger, lorsqu'on interrompt ou qu'on rétablit le circuit magnétisant. Malgré cela, on continue les applications avec ruptures et fermetures alternées, et cela pendant 22 séances, jusqu'au 24 janvier Un nouvel examen radiographique et radioscopique montre alors que les déplacements du corps métallique, au moment des ruptures et des fermetures, ont considéra-

blement augmenté d'amplitude (voir les radiographies jointes). Un repérage est fait comme précédemment, l'opération est pratiquée le 25 et un morceau de fonte de 6g est extrait très facilement.

D'autres cas, tout aussi favorables, pourraient illustrer cette méthode, dont les principes à retenir sont les suivants :

1° Il ne faut pas se décourager lorsqu'on n'observe aucune action de l'électro-aimant sur des projectiles reconnus magnétiques;

2° La mobilisation du projectile magnétique par des séances répétées d'électromagnétisme, avec fermeture et rupture du circuit, est un fait constant;

3° La mobilisation du projectile par l'électro-aimant en rend l'extraction simple, facile et sûre.

CHIRURGIE. — *Traitement des hydarthroses et des hémarthroses par la compression pneumatique intra-articulaire au moyen de l'oxygène.* Note de M. **Raoul Bayeux**, présentée par M. Roux.

Nombre de soldats souffrent actuellement d'épanchements articulaires, hématiques ou synovitiques, l'articulation le plus souvent frappée étant celle du genou. Les blessés nous apprennent que cet accident leur est survenu à la suite de longues marches, ou d'attaques faites en rampant suivies du sommeil dans l'herbe humide, les feuilles mortes ou la boue des tranchées glacées. Ces malades sont pour longtemps hors de combat et ils encombrent les formations sanitaires : leur guérison est précaire et les rechutes très fréquentes.

J'ai pensé rendre service à la cause nationale en publiant une série de succès rapides que je viens d'obtenir par un procédé nouveau : ce procédé consiste à comprimer progressivement de l'oxygène dans l'articulation malade après en avoir évacué l'épanchement par une ponction capillaire.

Voici comment je procède : en un point situé à 2^{cm} en haut et en dehors de l'angle supéro-externe de la rotule, je ponctionne l'articulation avec une aiguille spéciale et, par une compression externe douce, j'évacue autant de liquide que possible. Sans retirer l'aiguille, j'insuffle de l'oxygène à la vitesse de 70^{cm^3} à la minute jusqu'à ce que la pression du gaz contenu dans la synoviale atteigne 70^{cm} (comptés en centimètres d'eau). Cette *pression pneumatique intra-articulaire*, exerçant sa puissance dans les moindres replis

de l'articulation, permet d'en évacuer tout le liquide résiduel, pourvu qu'on maintienne la pointe de l'aiguille dans la partie la plus déclive. Enfin, la cavité étant asséchée ainsi, j'y insuffle de l'oxygène une seconde fois et je retire vivement l'aiguille, laissant l'articulation gonflée. L'opération tout entière dure en moyenne 10 minutes.

La vitesse de 70^{cm^3} à la minute est une vitesse moyenne, assez lente pour qu'on puisse surveiller aisément les progrès de la compression, et assez rapide pour gonfler un genou en 2 minutes. Quant à la pression terminale de 70^{cm}, il ne convient pas de la dépasser, car elle est la plus élevée que l'oxygène puisse conserver dans la synoviale sans s'en échapper.

Pour la ponction j'emploie mon *aiguille intraveineuse à obturation facultative*, et, pour distribuer et doser l'oxygène, je me sers de mon *oxygénateur de précision*.

En résumé, ce procédé comprend trois temps : 1° ponction de la synoviale; 2° insufflation gazeuse évacuatrice; 3° insufflation compressive terminale.

Il est caractérisé par deux éléments essentiels : 1° la compression intra-articulaire par un gaz; 2° le choix de l'oxygène comme gaz compresseur. J'ai observé que l'effet thérapeutique de l'oxygène n'acquiert toute sa puissance que s'il possède une tension suffisante dans la synoviale : or, sa résorption totale dans un genou demande 4 ou 5 jours; c'est pourquoi je répète les insufflations tous les 2 jours, avant que la tension ait trop diminuée. Je la ramène à 70^{cm}, pression optima, comme je l'ai dit. Quatre ou cinq insufflations m'ont toujours suffi pour obtenir la guérison.

Les suites de chaque séance sont des plus simples : aucune douleur, aucune réaction fébrile. Je laisse le malade au repos, sans pansement, la jambe simplement étendue. Enfin, lorsqu'une ponction a été sèche, je pratique une dernière insufflation, pour parfaire le résultat.

Voici mes observations : je les ai recueillies à l'Hôpital militaire temporaire du Parc impérial de Nice, qui est consacré à la Physiothérapie.

Observation I. — *Hémarthrose postsynovitique, guérison en 4 jours.*

Fleu..., artilleur. Le 9 septembre 1914, contusion du genou par éclat d'obus : épanchement énorme. Soins classiques pendant 3 mois, sans résultat définitif. Essayant de marcher le 8 décembre, fait un faux pas et tombe : vive douleur, syncope, grosse hémarthrose instantanée. Compression insupportable; fièvre et insommie. Le 9 décembre, première ponction : 107^{cm^3} de sang noirâtre, fluide, hémolysé; insufflation d'oxygène : cessation immédiate de la douleur. Le 11 décembre, deuxième ponction : 16^{cm^3} de sang *rouge clair, coagulable;* insufflation. Le 13 décembre, troisième ponc-

tion : *aucun liquide;* insufflation de précaution. Huit jours après, le malade marche. Le 9 février 1915 (2 mois après la première insufflation compressive d'oxygène), la guérison persiste.

Observation II. — *Hydarthrose aiguë, ayant duré 4 mois, guérison en une semaine.*

Maurice D..., soldat au 66e d'infanterie. En août, marches forcées, nuits dans l'herbe. Hydarthrose aiguë, considérable. Jusqu'au 14 décembre, à Nancy, à Dijon, à Nice, tous les traitements classiques, même le salicylate à l'intérieur. Devient très anémié, sans pouvoir se lever. Épanchement persistant. Enfin, le 14 décembre, première ponction : 62^{cm^3} de synovie. Insufflation d'oxygène. Le 16 décembre, deuxième ponction : 3^{cm^3} de liquide; insufflation. Le 18 décembre, troisième ponction : pas de liquide; insufflation. Le 21 décembre, ponction sèche. Le 9 février 1915, la guérison persiste.

Observation III. — *Hydarthrose datant de 2 mois. Guérison en 10 jours.*

J..., sergent-major au 13e d'infanterie. Le 12 octobre, après 4 jours de marches forcées, hydarthrose aiguë. Impotence absolue. Jusqu'au 13 décembre, tous les traitements échouent : la moindre marche donne une poussée nouvelle. Le 14 décembre 1914, première ponction : 74^{cm^3} de liquide louche ; insufflation. Le 17 décembre, deuxième ponction : 9^{cm^3} de liquide opalescent; insufflation. Le 28 décembre, ponction sèche. Le 10 janvier 1915, le malade fait plusieurs kilomètres sans fatigue. Le 2 février, quitte l'hôpital en excellente santé.

Observation IV. — *Poussée aiguë sur une hydarthrose chronique datant de 12 ans. Guérison en 13 jours.*

Bar..., soldat au 304e d'infanterie. Fut soigné à Paris, en 1902, pour hydarthrose, et resta dans un hôpital *pendant* 5 *mois*. En 1911, rechute et séjour au lit, dans un autre hôpital *pendant une année*. Le 25 septembre 1914, dans les tranchées, près de Verdun, crise aiguë. Vient à Nice le 11 novembre après des traitements inutiles. Le 15 décembre, ponction : 32^{cm^3} de liquide clair, filant, visqueux ; insufflation. Le 19 décembre, troisième ponction : 50^{cm^3} *de liquide* (l'exsudat a donc augmenté) ; insufflation. Le 21 décembre, ponction presque sèche ; insufflation. Le 28 décembre, aucun liquide. Le 8 février 1915, la guérison persiste.

Observation V. — *Hydarthrose double suraiguë, guérie rapidement par l'insufflation d'oxygène sans autre traitement.*

Gir..., soldat au 112e d'infanterie. Arrive à Nice le 25 décembre 1914. Malade depuis 6 semaines de douleurs des genoux. Le 19 décembre, crise aiguë dans les tranchées sans pouvoir être évacué. Le 20 au soir, on le transporte, sur un brancard, à travers une forêt, jusqu'à l'église d'Esnes, dans laquelle il passe la nuit. Le lendemain, est emmené en auto à Verdun, puis vient à Nice. A l'arrivée, son genou droit est distendu et très douloureux : insomnie et agitation.

Le 26 décembre, la jambe est fléchie sur la cuisse et le malade se plaint beaucoup.

Première ponction : 86$^{cm^3}$ de synovie limpide; insufflation. Cessation immédiate de la souffrance. Le 28 décembre, deuxième ponction : 1$^{cm^3}$,5 de liquide; insufflation.

Le 30 décembre, le genou gauche a enflé depuis 24 heures et est très douloureux à son tour. Première ponction : 106$^{cm^3}$ de synovie; insufflation. Cessation de la douleur. On ne ponctionne pas le genou droit.

Le 6 janvier 1915, le genou droit, laissé sans oxygène depuis la deuxième insufflation, qui remonte à 9 jours, a enflé de nouveau. Ponction : 18$^{cm^3}$ de liquide; insufflation. Dans le genou gauche, on trouve 38$^{cm^3}$; insufflation.

Le 13 janvier 1915, les deux genoux sont restés vides.

Le 4 février, la guérison se maintient.

A ces cinq cas, je pourrais en joindre quatre autres, insufflés depuis quelques jours, et qui confirment mes remarques précédentes.

Je crois donc pouvoir conclure que : *la compression méthodique intra-articulaire d'oxygène* jouit d'une efficacité exceptionnelle dans le traitement des hydarthroses et des hémarthroses. Il va de soi que ce procédé serait applicable à d'autres articulations qu'à celle du genou.

BIOLOGIE. — *Transformation expérimentale des caractères sexuels secondaires chez les Gallinacés.* Note de M. A. **Pézard**, présentée par M. Edmond Perrier.

Dans une Note publiée le 16 février 1914 [1], nous avons établi que, chez les poules ovariotomisées, les ergots croissent comme chez les coqs, et nous avons conclu, chez les poules normales, à une action empêchante de l'ovaire. Sur les animaux conservés à la Station physiologique du Collège de France, nous avons pu, du mois de février au 1er août 1914, compléter nos observations en ce qui concerne la *croissance des ergots* et, en outre, observer quelques faits nouveaux relativement au *plumage*.

I. *Croissance des ergots.* — Par des mensurations précises, effectuées à intervalles réguliers, nous avons pu constater que la croissance des ergots est identique chez les poules ovariotomisées et chez les coqs :

1° Elle est *continue et régulière;*

2° *La vitesse de croissance est la même* dans les deux cas, soit 1^{mm},6 par mois environ, ou 2^{cm} par an.

---

(1) *Développement expérimental des ergots et croissance de la crête chez les femelles des Gallinacés* (*Comptes rendus*, t. 158, p. 513).

Voici quelques chiffres à ce sujet :

Cinq poules, nées en mai 1913; *les trois premières sont ovariotomisées complètement; la quatrième est conservée comme témoin; la cinquième est ovariotomisée partiellement.*

	Longueur des ergots.					
Nos.	Mai 1913.	Novembre 1913.	Février 1914.	Mai 1914.	Août 1914.	Novembre 1914.
1. Ovariotomie le 1er juillet 1913..	0	—(1) 3mm	8mm	Observations non continuées		
2. » le 9 décembre 1913.	0	0	— 5	9mm	14mm	23mm
3. » le 9 janvier 1914..	0	0	— 3	7	13	23
4. Témoin..........................	0	0	0	0	0	0
5. Ovariotomie partielle le 1er juillet 1914....................	0	0	0	0	0	0

A vrai dire, nous avons pu constater, soit dans certains élevages, soit à l'Exposition d'Aviculture, à Paris, la présence d'un petit nombre de poules à ergots, et ce fait tendrait à infirmer nos conclusions relatives à l'action empêchante de l'ovaire, ou à en restreindre la généralité. En réalité, il s'agissait, dans tous les cas, de poules très mauvaises pondeuses, si bien que la présence des ergots, chez les poules, est considérée, par les éleveurs, comme un vice rédhibitoire. Nous attribuons cette anomalie à une insuffisance ou mieux à des arrêts momentanés de la fonction ovarienne et dont le témoignage indiscutable est fourni par la pauvreté de la ponte.

II. *Modifications du plumage.* — Rappelons tout d'abord qu'au moment de la puberté le plumage des coqs évolue rapidement et prend des caractères nouveaux qui permettent de le distinguer facilement de celui des poules : le cou et la région dorso-lombaire se recouvrent de plumes minces, souples, effilées et brillantes, formant le *camail* (cou) ou les *lancettes* (dos); en même temps, apparaissent, sur le croupion, des plumes qui s'allongent démesurément et se recourbent en formant une queue élégante : ce sont les *faucilles*.

Camail, lancettes et faucilles n'existent pas chez les poules normales; par contre, tous ces caractères se sont développés chez nos sujets ovariotomisés et postérieurement à l'opération.

No 1. *Ovariotomie le* 1er *juillet* 1913. — En octobre, le camail se développe; puis des lancettes. Quelques faucilles apparaissent également, mais assez courtes et peu effilées. L'animal est sacrifié le 29 janvier 1914.

No 2. *Ovariotomie le* 9 *décembre* 1913. — Jusqu'en février 1914, l'animal conserve un plumage de poule. En février, une transformation rapide se produit et nous voyons pousser un camail, des lancettes et des faucilles bien caractéristiques. En avril, l'animal a l'aspect d'un coq, à la crête près (voir la figure ci-après).

(1) Le trait plein indique le moment de l'ovariotomie.

N° 3. *Ovariotomie le* 9 *janvier* 1914. — En mars, l'animal subit une évolution comparable à la précédente et, en avril, il acquiert définitivement l'aspect d'un coq à crête petite.

N° 4. *Témoin.* — L'animal conserve le plumage de la poule.



Photographie (juillet 1914) de la poule n° 2. Plumage et ergots de coq.

N° 5. *Ovariotomie partielle.* — L'animal conserve le plumage de la poule.

En novembre 1914, les animaux n°s 2 et 3 présentaient encore l'aspect caractéristique des coqs.

Conclusions. — Nous sommes donc amené à diviser en deux catégories les caractères sexuels secondaires du coq, suivant la cause qui les détermine. Les uns sont *conditionnés par une sécrétion interne testiculaire :* développement et turgescence de la crête, chant; *les autres échappent à cette action :* plumage, ergots. En réalité, ceux-ci ne sont pas, à proprement parler, des caractères mâles; les femelles les possèdent à l'état potentiel et, s'ils ne s'y développent pas à la puberté, cela tient à l'*action empêchante de l'ovaire.*

Il est à remarquer, d'ailleurs, que le chapon et la poule ovariotomisée se ressemblent tellement que, dans nos élevages, il est impossible, à une personne non prévenue, de reconnaître le sexe originel d'un castrat. Ce fait nous conduit à admettre, pour les Gallinacés, l'hypothèse déjà émise d'une *forme neutre*, asexuée, de laquelle dériverait, soit par addition, soit par soustraction de caractères, la forme sexuée définitive, mâle ou femelle. Cette modification, soumise à l'action positive ou négative des glandes génitales, se produit toujours intégralement et il semble que le *caractère sexuel secondaire ne puisse se fractionner*.

D'un point de vue plus particulier, ces expériences sur les Gallinacés permettent d'interpréter, sans faire appel à l'intervention d'autres glandes (surrénale et thyroïde), *la masculinisation de certaines femelles;* ce phénomène est dû à une insuffisance ovarienne; il n'est pas permis d'en douter si l'autopsie montre une altération ou une dégénérescence des ovaires.

BACTÉRIOLOGIE. — *Contribution à l'étude des états typhoïdes.* Note (¹) de MM. **A. Sartory**, **L. Spillmann** et **Ph. Lasseur**, présentée par M. Guignard.

Au cours de l'épidémie de fièvre typhoïde que nous avons eu l'occasion d'étudier depuis la fin de septembre, nous avons constaté que, sur 300 malades vaccinés contre la fièvre typhoïde avec le vaccin de Vincent, 200 d'entre eux ont fourni des hémocultures. Quelques-uns avaient reçu les quatre injections réglementaires; d'autres, au contraire, n'avaient reçu qu'une, deux ou trois injections. Ces malades ont toujours présenté des signes cliniques de fièvre typhoïde, mais la maladie s'atténuait très rapidement et les accidents disparaissaient au bout de 10 à 15 jours. Dans de nombreux cas, les taches rosées ont paru faire défaut. Chez quelques malades n'ayant reçu qu'une injection, l'infection a semblé revêtir le type d'une fièvre typhoïde d'intensité moyenne, d'une durée de 20 à 22 jours.

Chez ces 200 malades, les hémocultures ont eté effectuées avec la technique suivante :

1° Nous prélevions aseptiquement, par ponction d'une veine du pli du coude, 2^{cm^3} à 4^{cm^3} de sang, que nous ensemencions immédiatement dans 20^{cm^3} de bile glycérinée homogénéisée par agitation.

(¹) Séance du 8 février 1915.

2° Ce mélange était placé à l'étuve à + 37° C. et, au bout de 12 heures, nous agitions le milieu.

3° Après 24 heures, nous ensemencions largement avec une pipette préalablement stérilisée (environ 10^{cm^3} du mélange précédent) dans 250^{cm^3} d'une solution de peptone à $2^g,50$ pour 100 et glycérinée à 5 pour 100. Les cultures étaient placées à l'étuve à + 37° C. Dans le cas où, après 24 heures, il ne se produisait aucun trouble, on agitait le milieu et l'on continuait l'examen bactériologique du liquide nutritif pendant un temps variant entre 4 et 5 jours. Après l'apparition du trouble du bouillon, nous examinions au microscope en ayant soin de noter les bactéries ne prenant pas le Gram.

4° Cette constatation faite, nous ensemencions le produit de ces cultures sur gélose lactosée tournesolée.

5° Nous procédions à l'isolement des bactéries par la méthode des plaques. On différenciait ensuite les diverses espèces par ensemencement sur peptone, sur bouillon au rouge neutre glucosé, sur milieux Grimbert lévulosé, maltosé, lactosé, saccharosé, sur lait, pomme de terre glycérinée et artichaut.

Les bacilles d'Eberth légitimes étaient identifiés par l'agglutination, et nous rejetions, comme n'étant pas de véritables bacilles d'Eberth, les formes qui, après plusieurs passages successifs sur bouillon, restaient inagglutinables par les sérums spécifiques.

Cette méthode, d'ailleurs connue dans son ensemble, nous a donné d'excellents résultats pour la recherche des formes éberthiennes et para-éberthiennes. Après d'autres auteurs, nous tenons : 1° à confirmer l'action favorisante de la glycérine sur le développement de ces microorganismes; 2° à montrer que, d'après nos recherches, seule l'hémoculture est susceptible de nous donner des renseignements précis sur la nature de ces infections, le séro-diagnostic ne pouvant pas être utilisé pour légitimer l'existence de la dothiénenthérie chez des individus vaccinés.

En opérant ainsi, nous avons pu remarquer que, chez les malades présentant l'état typhoïde signalé plus haut, la culture du sang mettait en évidence, suivant les cas :

1° du bacille d'Eberth légitime;

2° des paratyphiques divers;

3° un mélange de bacille d'Eberth et de paratyphiques;

4° des associations de bacille d'Eberth et de *Proteus vulgaris* (fait déjà signalé par Vincent);

5° des associations de bacille d'Eberth avec un microorganisme dont les éléments ronds sont le plus souvent groupés deux par deux (diplocoque);

6° ce microorganisme seul.

Nous poursuivons, à l'heure actuelle, l'étude de ce germe microbien que nous avons retrouvé maintes fois avec tous ses caractères culturaux et bio-

logiques dans certaines eaux employées pour l'alimentation des troupes qui nous fournissaient les malades faisant l'objet de cette Note.

En résumé, nous pouvons conclure des faits observés par nous que si, le plus souvent, la fièvre typhoïde a pour origine causale le bacille d'Eberth, il est vraisemblable que le pouvoir pathogène de cet organisme peut être exalté par la présence d'autres éléments microbiens, tels que le *Proteus vulgaris*, le microcoque décelé par nous ou, peut-être, d'autres espèces pathogènes encore insoupçonnées.

Il est possible également que la guerre de tranchées nous fasse connaître une infection nouvelle à type clinique voisin de la fièvre éberthienne. La présence constante et unique, dans le sang de certains malades, du micro-organisme cité plus haut, peut nous laisser supposer qu'il joue un rôle déterminant dans la genèse de ces états typhoïdes.

A 16 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 16 heures et quart.

A. Lx.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 1er février 1915 (*suite*).

University of California, Berkeley (*suite*) :

— Publications in Zoology, Vol. XI, n° 12 : *The Structure of the Ocelli of Polyorchis penicillata*, by Etta Viola Little, 1914; 1 fasc. in-8°; — n° 13 : *Modifications and adaptations to function in the feathers of circus Hudsonius*, by Asa C. Chandler, 1914; 1 fasc. in-8°; — n° 14 : *A determination of the economic status of the western meadowlark* (*Sturnella neglecta*) *in California*, by Harold Child Bryant, 1914; 1 fasc. in-8°; — n° 15 : *Parasynaptic stages in the testis of Aneides lugubris* (*Hallowell*), by Harri James Snook and J. A. Long, 1914; 1 fasc. in-8°. — Vol. XII, n° 4 ;

An Account of the mammals and birds of the lower Colorado valley, by JOSEPH GRINNELL, 1914; 1 fasc. in-8°; — nos 5 and 6 : *Aplodontia chryseola, a new mountain beaver from the trinity region of northern California*, by LOUISE KELLOGG ; — *A previously undescribed Aplodontia from the middle north coast of California*, by WALTER P. TAYLOR, 1914; 1 fasc. in-8°; — n° 7 : *A second species of the Mammalian genus microdipodops from California*, by JOSEPH GRINNELL, 1914; 1 fasc. in-8°. — Vol. XIII, n° 1 : *The Schizopoda of the San Diego region*, by CALVIN O. ESTERLY, 1914; 1 fasc. in-8°; — n° 2 : *A study of the occurrence and manner of distribution of the ctenophora of the San Diego region*, by CALVIN O. ESTERLY, 1914; 1 fasc. in-8°; — n° 3 : *A new self-regulating paraffin bath*, by C. W. WOODWORTH, 1914; 1 fasc. in-8°; — n° 4 : *Diplodinium ecaudatum with an account of its neuromotor apparatus*, by ROBERT G. SHARP, 1914; 1 fasc. in-8°; — n° 5 : *The vertical distribution and movements of the Schizopoda of the San Diego region,* by CALVIN O. ESTERLY, 1914; 1 fasc. in-8°.

— Publications in Geology, Vol. VIII, n° 3 : *Teeth of a cestrationt shark from the upper triassic of northern California*, by HAROLD C. BRYANT, 1914; 1 fasc. in-8°; — n° 4 : *Bird remains from the pleistocene of San Pedro, California*, by LOYE HOLMES MILLER, 1914; 1 fasc. in-8°; — n° 5 : *Tertiary echinoids of the Carrizo Creek region in the Colorado desert*, by WILLIAM S. W. KEW, 1914; 1 fasc. in-8°.

— Publications in Geography, Vol. I, n° 3 : *Physiographically unfinished entrances to San Francisco Bay*, by RULIFF S. HOLWAY, 1914; 1 fasc. in-8°; — n° 4 : *The Rainfall of California*, by ALEXANDER MCADIE, 1914; 1 fasc. in-8°; — n° 5 : *Twenty-five year synopsis of the meteorological observations made at Berkeley from July* 1, 1887, *to June* 30, 1912, by ARMIN O. LEUSCHNER, 1914; 1 fasc. in-8°; — n° 6 : *Report of the meteorological station at Berkeley, California, for the year ending June* 30, 1913, by WILLIAM GARDNER REED, 1914; 1 fasc. in-8°.

— Publications in American Archæology and Ethnology, Vol. X, n° 6 : *Notes on the Chilula Indians of northwestern California*, by PLINY EARLE GODDARD, 1914; 1 fasc. in-8°. — Vol. XI, n° 2 : *Phonetic elements of the Diegueño language*, by A. L. KROEBER and J. P. HARRINGTON, 1914; 1 fasc. in-8°.

— Publications in Psychology, Vol. I, n° 3 : *The Judgment of very weak sensory stimuli,* by WARNER BROWN, 1914; 1 fasc. in-8°; — n° 4 : *Habit interference in sorting eards,* by WARNER BROWN, 1914; 1 fasc. in-8°.